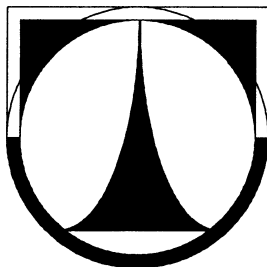


TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

FAKULTA STROJNÍ

Katedra vozidel a motorů



**ULOŽENÍ SVĚTLOMETU V KAROSERII OSOBNÍHO
AUTOMOBILU S OHLEDEM NA STABILITU A MONTÁŽ**

**EMPLACEMENT OF THE HEADLAMP IN THE BODY OF THE
PASSENGER CAR WITH REGARD TO STABILITY AND
ASSEMBLY**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

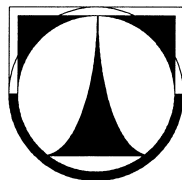
Jaroslav Vigláš

Leden 2011

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

FAKULTA STROJNÍ

Katedra vozidel a motorů



Program : B2341 – Strojírenství

Obor : 2301R022 – Stroje a zařízení

Zaměření : Dopravní stroje a zařízení

**ULOŽENÍ SVĚTLOMETU V KAROSERII OSOBNÍHO
AUTOMOBILU S OHLEDEM NA STABILITU A MONTÁŽ**

**EMPLACEMENT OF THE HEADLAMP IN THE BODY OF THE
PASSENGER CAR WITH REGARD TO STABILITY AND
ASSEMBLY**

Bakalářská práce

KSD – BP – 185

Jaroslav Vigláš

Vedoucí bakalářské práce : Ing. Pavel Brabec, Ph.D.

Konzultant bakalářské práce : Ing. Daniel Skála

Počet stran: 97

Počet obrázků: 79

Počet příloh: 20

Počet výkresů: 1

Leden 2011

Místo pro vložení originálního zadání BP

Uložení světlometu v karoserii osobního automobilu s ohledem na stabilitu a montáž

Anotace:

Tato bakalářská práce řeší problematiku návrhu upevnění světlometu na karoserii osobního automobilu. Konstrukce je tvořena s ohledem na stabilitu, montáž, modifikovatelnost a možnosti snadných změn, ke kterým dochází při „faceliftu“ vozu. Bakalářská práce dále také obsahuje pevnostní analýzu držáku. V příloze jsou vytvořeny jednotlivé výkresy a podrobné obrázky.

Práce je tvořena za účelem použitelnosti ve firmě Aufeer Design s.r.o., Mladá Boleslav.

Klíčová slova: světlomet, karoserie, připevnění, automobil, montáž

Emplacement of the headlamp in the body of the passenger car with regard to stability and assembly

Annotation:

This bachelor work solves the issue of mounting the headlamp to the body of the car. The construction is designed with regard to stability, assembly, modification and possibility to make easy changes which happen for example when the face lift is being carried out. The bachelor work also includes a stress analysis of the bracket. In the attachment you can find single drawings and similar pictures.

The aim of this bachelor work is the application of the knowledge and observations in Aufeer Design s.r.o. company in Mlada Boleslav.

Key words: headlamp, body, attachment, car, assembly

Desetinné třídění:

Zpracovatel:

TU v Liberci, Fakulta strojní, Katedra vozidel a motorů

Dokončeno :

2011

Archivní označení zprávy:

Prohlášení k využívání výsledků bakalářské práce

Byl(a) jsem seznámen(a) s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom(a) povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracoval(a) samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

V dne

.....

podpis

Poděkování

Rád bych tímto poděkoval vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Pavlu Brabcovi, Ph.D. za poskytnuté rady, metodickou pomoc a odborné vedení a vedoucímu oddělení karoserie firmy Auffer Design Ing. Danielu Skálovi za odborné informace a cenné postřehy a připomínky, které vedly ke zdokonalení této práce. Dále děkuji společnosti Auffer Design za poskytnutý prostor pro realizaci bakalářské práce a celému oddělení karoserie za podporu při její tvorbě.

Obsah

1	Úvod	12
2	Cíle práce a postup řešení	13
3	Aufeer Design	15
3.1	Historie firmy	15
3.2	Odborné týmy	16
4	Úvod do problematiky upevnění světlometů	18
5	Uchycení světlometu u vozů Škoda	21
5.1	Škoda Fabia	22
5.2	Škoda Fabia II	23
5.3	Škoda Octavia RS II	24
5.4	Škoda Superb II	25
6	Koncepční návrhy upevnění tělesa světlometu	26
6.1	Držák 1	27
6.2	Držák 2	29
6.3	Držák 3	31
6.4	Držák 4	33
6.5	Držák 5	35
6.6	Držák 6	37
6.7	Držák 7	39
6.8	Koncepční návrhy - shrnutí	41
7	Držák s vestavěnými stavitelnými členy	43
7.1	Plechová část držáku	44
7.1.1	Horní díl	44
7.1.2	Ustavovací deska	45
7.1.3	Spodní díl	45
7.2	Stavitelný díl	46
7.2.1	Stavitelný díl-princip	47
7.3	Montáž a zástavba držáku	48
7.4	Držák s vestavěnými stavitelnými členy - shrnutí	51
8	Pevnostní analýza držáku tělesa světlometu	52
8.1	Metoda konečných prvků (FEM) - teorie	52

8.1.1	Analýzy používané systémem CATIA V5.....	52
8.1.2	Iterační metody používané systémem CATIA V5.....	54
8.1.3	Určení velikosti zatížení držáku světlometu	54
8.2	Metoda konečných prvků (FEM) - výpočet.....	56
8.2.1	Statické zatížení držáku tíhou světlometu.....	56
8.2.2	Statické zatížení držáku při prudkém brždění	61
8.2.3	Statické zatážení držáku při ostrém zatáčení	64
8.2.4	Vlastní frekvence držáku tělesa světlometu	69
8.3	Metoda konečných prvků (FEM) - závěr	71
9	Závěr.....	72
	Přehled použitých zkratk	10
	Seznam symbolů a jednotek	11
	Seznam použité literatury	73
	Zdroje obrázků.....	75
	Přílohy	76

Přehled použitých zkratek

CAD	– (Computer Aided Design), počítačová podpora navrhování
CAM	– (Computer Aided Manufacturing), počítačová podpora obrábění
CAE	– (Computer Aided Engineering), počítačová podpora inženýrství
3D	– (3rd Dimension), trojdimenzionální, trojrozměrný
SW	– (Software), programové vybavení
NC	– (Numeric Control), číslicové ovládání
FEM	– (Finite Element Method), metoda konečných prvků
LED	– (Light-Emitting Diode), světlo vyzařující dioda, elektroluminiscenční dioda
PP	– (Polypropylen), termoplastický polymer
CATIA	– (Computer-Aided Three-Dimensional Interactive Application)
IBM	– (International Business Machines Corporation)
BMW	– (Bayerische Motoren Werke AG)
VW	– (Volkswagen AG)

Seznam symbolů a jednotek

G	tíhová síla	[N]
F_s	setrvačná síla	[N]
F_t	třecí síla	[N]
F_o	odstředivá síla	[N]
Ω	vlastní frekvence	[Hz]
m	hmotnost	[kg]
g	gravitační zrychlení	[m/s ²]
a	zrychlení/zpomalení	[m/s ²]
v	rychlost jízdy	[m/s]
t	doba brždění	[s]
r	poloměr zatáčení	[m]
u	součinitel adheze	[-]

1 Úvod

Způsob uchycení tělesa světlometu na karoserii vozu prošel během samotné existence osobního automobilu značným vývojem. Od jednoduchých celokovových držáků až po dnešní důmyslná řešení, spojující výhody plastových a plechových dílů. Tento vývoj byl dán především zvyšujícími se nároky na spolehlivost provozu světlometu, tuhost samotné konstrukce uchycení a v neposlední řadě i na snadnou montáž a demontáž. Tuhost soustavy držáků v uchycení hraje v moderních automobilech důležitou roli. Držák přenáší z karoserie vozu rázy na samotné těleso světlometu a hrozí tak možné kmitání kužele světla při přejetí nerovností na vozovce. Dále se tato soustava uchycení světlometu nachází v deformační zóně vozu a přispívá tak i ke zvýšení pasivní bezpečnosti automobilu. Návrh držáku světlometu také často bývá omezen technologií zpracování, poskytnutým montážním prostorem, časem a financemi určenými na výrobu nebo výměnu samotného dílu. Konečná podoba držáku světlometu potom bývá jakýmsi kompromisem mezi danými požadavky. Záleží na automobilce, jaká hlediska upřednostní na úkor ostatních. Neobvyklá není v tomto směru ani spolupráce velkých automobilek s konstrukčními kancelářemi. Vývojáři obou firem se tak podílejí na vývoji dílů a vzájemně porovnávají a konzultují dosažené výsledky. Společně pak mohou dosáhnout nejoptimálnějšího řešení uchycení světlometu, které následně použijí v konstrukci nového automobilu.

S touto problematikou má zkušenost např. firma Aufeer Design s.r.o. v Mladé Boleslavi, ve které tato práce, během mé odborné praxe, vznikla.

2 Cíle práce a postup řešení

Cílem bakalářské práce je návrh upevnění tělesa předního světlometu na karoserii osobního automobilu a to se splněním následujících kritérií:

- maximální stabilita tělesa světlometu (nesmí dojít ke kmitání kužele světla při přejíždění nerovností automobilem)
- zaručen montážní přístup k úchytným bodům
- možnost zabudování do držáků v rámci výrobní linky
- při možné výměně poškozeného světlometu musí být zaručen přístup tak, aby nemusel být demontován celý předek vozu
- zohlednění zástavby dílů přední části vozu (navrhované upevnění nesmí být v kolizi s okolím)
- použitelnost výsledků bakalářské práce ve firmě Aufeer Design s.r.o., Mladá Boleslav

Pro řešení byl zvolen software pro 3D počítačové konstruování v oblastech CAD/CAM/CAE - CATIA V5. Jedná se o nejpopulárnější CAD systém v leteckém a automobilovém průmyslu na celém světě, který poskytuje komplexní nástroje pro konstruování a vývoj výrobků v nejrůznějších průmyslových oborech.

CATIA umožňuje práci více konstruktérů v rámci jednoho projektu přičemž program zaručuje okamžité promítnutí provedených změn do ostatních částí konstruované součásti v rámci projektu. Využívá přitom nástroje k parametrizaci dílů kdykoli během jejich návrhu, které přinášejí konstruktérům volnost při návrhu koncepce a zároveň jistotu správného výsledku. Systém CATIA vzhledem k otevřené architektuře umožňuje začlenění i jiného software a např. načítat jejich data. Zachovává plnou provázanost mezi výkresem - modelem - NC programem.

Systém CATIA je používán ve všech oblastech průmyslu. Několik tisíc pracovišť má např. Boeing - světový výrobce letadel. Pro konstrukci svých produktů používají tento systém např. IBM nebo LUX. Používá se i pro návrh a konstrukci lodí, či průmyslových provozů.

Nejrozšířenější je CATIA v automobilovém průmyslu, používají ji velké automobilky jako Chrysler, BMW, VW nebo ŠKODA. Více než 50 % uživatelů jsou však malí výrobci s méně jak pěti pracovišti.

Pro vypracování v CAD systému CATIA V5 byly zvoleny tyto kroky:

- Řezy přední částí vozu (data okolních dílů poskytl Auffer Design).
- Koncepční návrh několika možných variant upevnění světlometu – hrubé návrhy upevnění ve formátu CATIA V5 (ve spolupráci s oddělením výpočtů).
- Po odsouhlasení v Auffer Design použitelnou variantu dále rozpracovat do stavu schopného výroby. Nutné zohlednit přivaření dílu na karoserii a jeho lisovatelnost (ve spolupráci s oddělením konstrukce lisovacího nářadí).
- CAD data držáku světlometu ve formátu CATIA V5. Odevzdávaný Cat part musí splňovat požadavky, které jsou platné pro Strukturpart v koncernu VW (Strukturpart poskytl Auffer Design).
- Pevnostní analýza, zjištění hodnot napětí, posunutí a určení vlastních frekvencí držáku světlometu.
- Sestavový výkres držáku tělesa světlometu s vyznačeným svařováním dílu. Svařování bylo provedeno za použití makra pro svařování (zaškolení poskytl Auffer Design).

3 Aufeer Design

Konstrukční kancelář Aufeer Design se specializuje na poskytování designérských, vývojových konstrukčních a výpočtových produktů a služeb pro automobilové výrobce a jejich dodavatele. Využívá pracovních a komunikačních prostředků světového standardu a sleduje nejnovější světové trendy.



Obr. 1 Logo firmy Aufeer Design.

3.1 Historie firmy

Společnost byla založena v roce 2000 a od počátku nabízela svým zákazníkům vývojové a konstrukční práce v oblasti automobilového průmyslu. V roce 2001 obdržela certifikát dle normy ISO9001. V následujících letech se rozsah služeb rozrostl o design, podporu designu (A-class surfacing), konstrukci přípravků, vedení projektů a vývoj a výrobu prototypových nástrojů a dílů. Zároveň společnost expandovala do zahraničí a zahájila podporu svých zákazníků v Německu, Itálii, Číně, Mexiku, Rusku a v dalších zemích dle aktuálních požadavků.

V roce 2006 překročil počet CAD specialistů 100, čemuž přispělo i založení vývojového centra Aufeer Design v Ostravě. V roce 2007 došlo ke strategickému spojení se společností Matador Automotive a byly otevřeny další pobočky na Slovensku a v Mexiku. V tomto roce se firma také stala vítězem soutěže Investor roku v kategorii Investice s největším inovačním potenciálem. Dalším významným milníkem v historii společnosti bylo založení pobočky v indickém Hyderabadu v roce 2008.

V současné době s celkovou kapacitou více než 180 specialistů je firma schopna nabízet komplexní služby od prvních návrhů až po dodávky prototypových dílů a modulů.

3.2 Odborné týmy

Odborníci v Aufeer Design tvoří několik specializovaných týmů, které spolu úzce spolupracují. Přesněji se jedná o 9 skupin:

- **DESIGN**

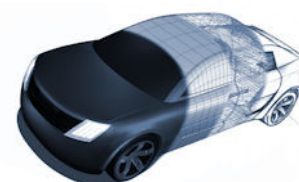
návrhy nových tvarů exteriérů a interiérů vozidel ve formě nákresů, skic nebo prostorových modelů



Obr. 2 Skica.

- **DIGITALIZACE MODELU**

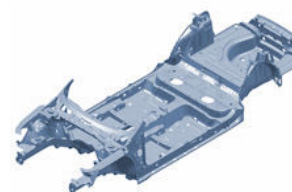
myšlenky, nápady a návrhy designerů ve formě počítačového 3D modelu v CAD datech



Obr. 3 Digitalizace.

- **KAROSERIE**

návrhy nových konceptů skladby karoserie vč. postupů zakládání a svařování, tvorby kusovníků a rozpadů



Obr. 4 Podlaha vozu.

- **PLASTY**

designérské, koncepční, konstrukční a vývojové práce pro interiéry i exteriéry osobních a nákladních vozů



Obr. 5 Interiér vozu.

- **VÝPOČTY A SIMULACE**

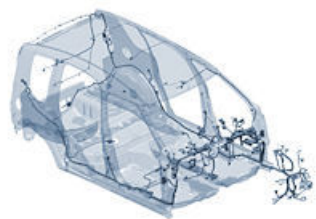
výpočty a simulace ověřující tuhost, pevnost a dynamické chování zvolených konstrukčních řešení ve vývoji osobních automobilů



Obr. 6 Crash-test.

- **VÝVOJ KABELOVÝCH SVAZKŮ A ELEKTRONIKY**

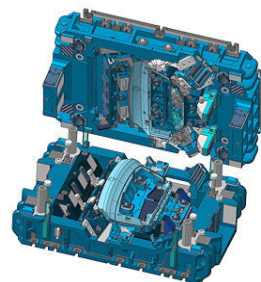
vývoj kompletní zástavby elektrických svazků včetně konektorů, uchycení, průchodek a kostřících bodů



Obr. 7 Elektronika.

- **KONSTRUKCE LISOVACÍHO NÁŘADÍ**

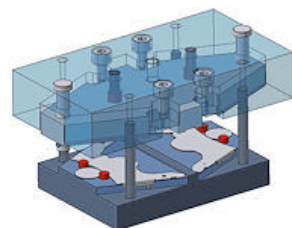
vývoj a konstrukce lisovacích nástrojů plechových dílů pro výrobce automobilů a jejich dodavatele, poradenství a konzultace v oblasti lisovatelnosti dílů vč. tvorby metodiky lisování



Obr. 8 Lisování.

- **VÝROBA PROTOTYPŮ**

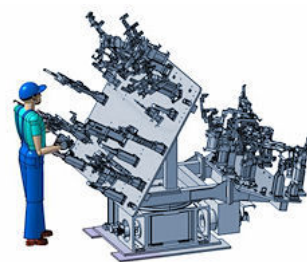
vývoj a výroba prototypů určených ke kontrole funkčnosti a zástavby



Obr. 9 Prototypy.

- **PŘÍPRAVKY**

vývoj nástrojů k výrobě finálních dílů a součástí, vývoj zkušebních a měřících přípravků, přípravků pro výrobu a montáž a svařovacích přípravků



Obr. 10 Přípravky.

4 Úvod do problematiky upevnění světlometů

Přestože automobilky své technické detaily tají a vyvíjejí každá podle svých znalostí a zkušeností, jsou si řešení uchycení s ostatními značkami podobná. A to i přesto, že se v praxi na automobilech objevují rozmanité tvary světlometů s různými požadavky na zástavbový prostor, viz obr.11.



Obr. 11 Přední světlomety.

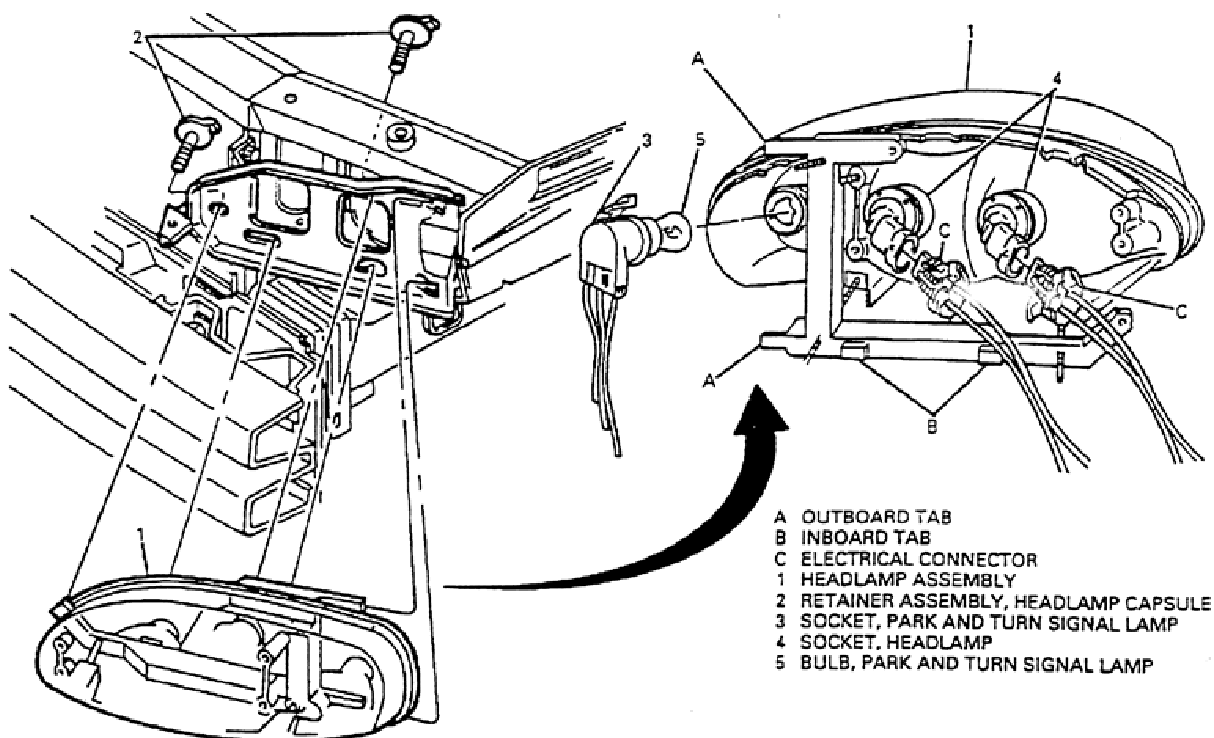
Držáky existují buď plechové, plastové nebo se kombinují. Plechové díly bývají výlisky z karosářských plechů o tl. 0,6 – 1,2mm. Plastové nabízejí větší volnost pro změny ve struktuře materiálu, zpracování i použití.

U automobilů starších cca 25 let se vyskytují převážně jednoduché kovové držáky bez jakékoli možnosti dodatečného přesného slícování s okolními díly, viz obr. 12 a 13.



Obr. 12 Ukázka držáku tělesa světlometu.

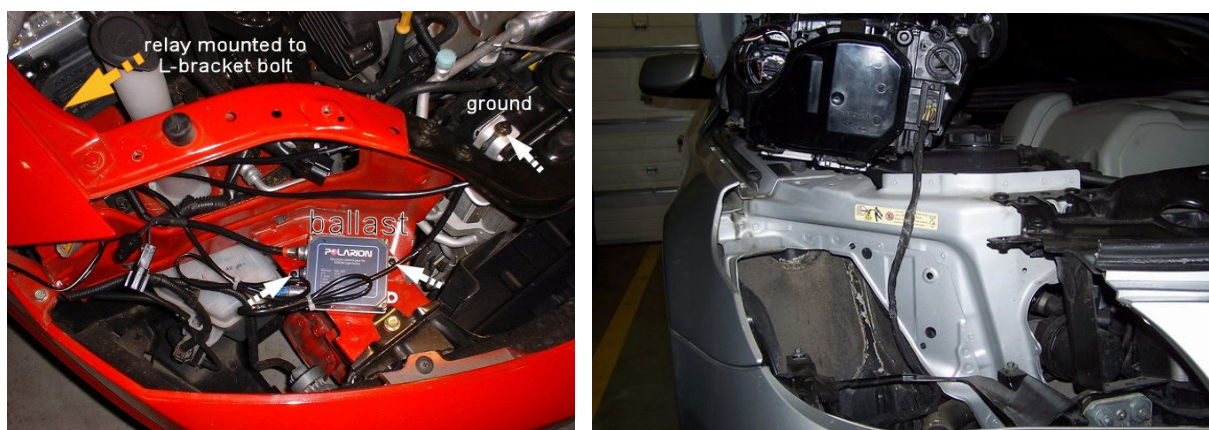
Tyto držáky využívaly k uchycení na karoserii či rám většinou pouze šroubové spojení. V praxi to mělo za následek kmitání světelného kužele vlivem nedostatečného utlumení rázů. Výhodou byla jednoduchost konstrukce – jeden díl a snadná montáž či demontáž.



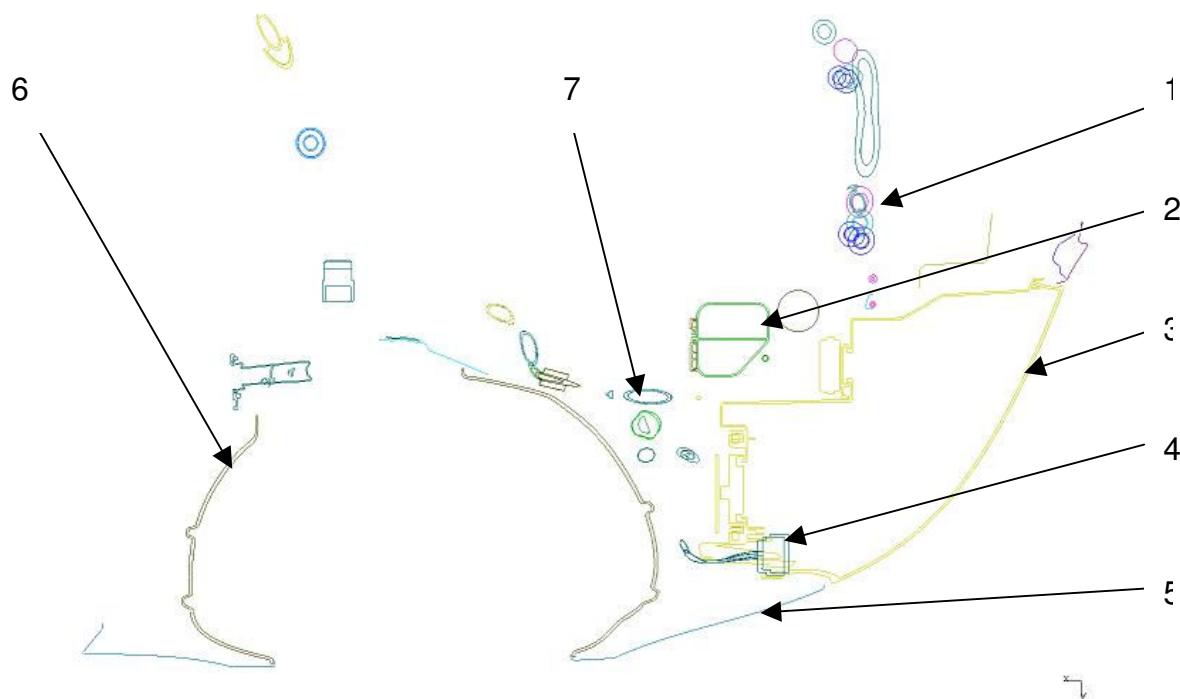
Obr. 13 Příklad uchycení tělesa světlometu.

Nejčastějším způsobem řešení u moderních automobilů bývá přichycení plastového tělesa světlometu k plechovému dílu karoserie pomocí šroubového spojení doplněném o drobné plastové díly zajišťující snadnější ustavení v poskytnutém prostoru. Jedná se např. o plastové zarážky, spodní ustavovací ploché díly, tlumicí prvky apod. Použité plastové či plechové díly se volí podle druhu, kategorie a použití automobilu. Pro sportovní, luxusní nebo závodní automobily není výjimkou použití karbonových nebo jiných exotických materiálů.

Na následujících snímcích je patrné, že u dnešních automobilů se setkáváme s čím dál menším prostorem pro zástavbu světlometu. Je to dáno především požadavky na bezpečnost, kdy se v konstrukci vozů objevují nové prvky pasivní bezpečnosti nebo elektronické systémy a různé elektroinstalační svazky aktivní bezpečnosti vozu. Téměř vždy se v přední části vozu setkáme také s prvky zvyšující jízdní komfort a pohodu posádky (klimatizace apod.). Tím vzrůstá náročnost zástavby pro ostatní důležité díly vozu, kterými jsou i přední světlomety.



Obr. 14, 15 Prostor k zástavbě světlometu.



Obr. 16 Vodorovný řez v oblasti světlometu. Pohled shora.

1 – hadice, kabely, 2 – nádobka kapaliny pro ostřikování skel, 3 – pravý přední světlomet, 4 – napájení světlometu, 5 – pravý přední blatník, 6 – pravý přední podběh kola, 7 – hadice ostřikovačů.

5 Uchycení světlometu u vozů Škoda

Škoda Auto patří k nejmodernějším automobilkám na světě. Při výrobě svých vozů používá řešení sledující světové trendy, a to v oblasti technologie, konstrukce, ale i bezpečnosti, ekologie a dalších.

Kapitola přibližuje způsoby uchycení tělesa světlometu u automobilů:

- Fabia (5.1)



Obr. 17 Škoda Fabia.

- Fabia II (5.2)



Obr. 18 Škoda Fabia II.

- Octavia RS II (5.3)



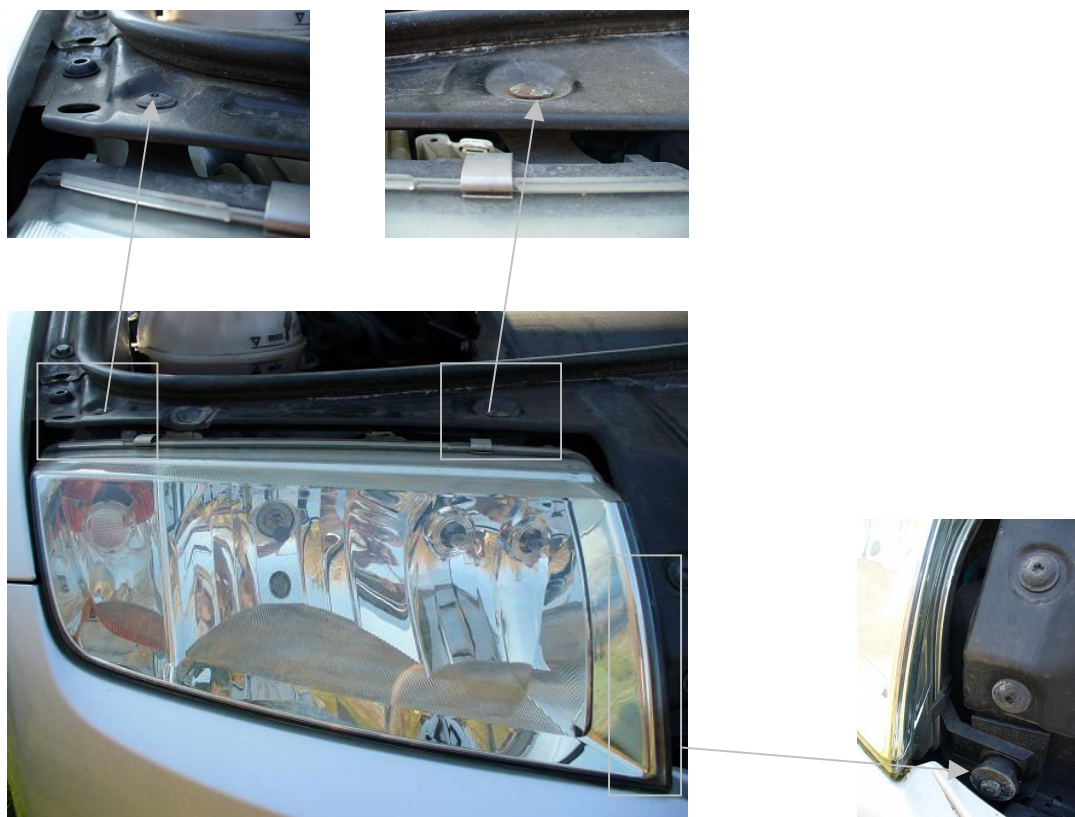
Obr. 19 Škoda Octavia RS II.

- Superb II (5.4)



Obr. 20 Škoda Superb II.

5.1 Škoda Fabia



Obr. 21 Škoda Fabia – přední světlomet s detaily.



**Obr. 22 Škoda Fabia – uchycení,
pohled na pravý světlomet od motoru .**

Těleso světlometu (1) je ke karoserii automobilu připevněno pomocí několika šroubů. Dva se nacházejí v horní části světlometu, jeden v blízkosti přední masky (viz nahoře) a jeden pod světlometem (2). Spodní šroub zajišťuje spojení světlometu s plechovým dílem v předku vozu (3). Tvary plechových a plastových částí, obklopujících světlomet, jsou řešeny tak, aby se dalo využít dolehnutí stěny světlometu ke karoserii za účelem ustavení. Kopírují tedy tvar samotného světlometu.

5.2 Škoda Fabia II



Obr. 23 Škoda Fabia II – pravý přední světlomet.



Obr. 24 Škoda Fabia II – pohled od motoru.



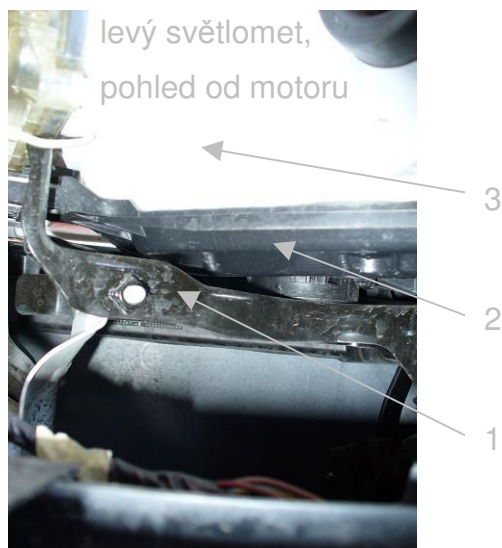
Obr. 25 Škoda Fabia II – spodní uchycení světlometu. Pohled od motoru směrem k předku vozu.

U druhé generace modelu Fabia je těleso světlometu připevněno ke karoserii automobilu také pomocí několika šroubů nacházejících se po obvodu světla. Jejich počet ovšem klesl. V uchycení se totiž objevilo více plastových dílů, sloužících k rychlejší a snadnější montáži a lepšímu pohlcení vibrací. Další předností plastových částí oproti kovovým je rychlejší i cenově výhodnější výroba, úspora hmotnosti a možnost výroby složitějších tvarů.

Plastové těleso světlometu (1) je tentokrát nahoře přichyceno k přední části karoserie pouze jedním šroubem (2). Další změnou oproti předcházející generaci je nahrazení šroubového spojení příchýtkou pod světlometem (3).

V přední části vozu přibylo i více dílů tvarově odpovídajících tělesu světlometu.

5.3 Škoda Octavia RS II



Model Octavia II využívá ve způsobu uchycení zcela jinou koncepci. Jedná se o automobil, dosahující vyšších rychlostí a poskytující posádce vysoký komfort. Předpokládá se, že během provozu na jednotlivé díly karoserie, tedy i na uchycení světlometu, působí mnohem větší odstředivé síly. Jelikož se jedná o takto rychlý vůz, je samozřejmostí i zvýšená bezpečnost při možné havárii. To si žádá použití mohutnějších a rozměrnějších dílů karoserie v deformační zóně vozidla. To se projevuje menším poskytnutým prostorem pro samotné díly v uchycení světlometu. Světlomety takových vozidel bývají dále vybaveny nejmodernější technikou (např. halogenové světlomety) náročných na hmotnost i zástavbový prostor.

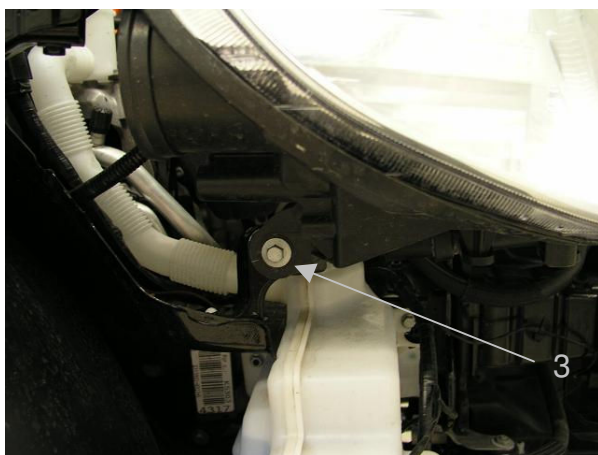
Vše je zohledněno v konstrukci Octavie. Těleso světlometu je ustaveno v daném prostoru pomocí spodního tuhého členu (1) z plechu tl. 1,2 mm, který je přichycen k podběhu vozu a k přední části karoserie. Na tomto dílu se nachází plochá plastová součást (2), nesoucí samotný světlomet (3) a zajišťující jeho bezpečné ustavení a přesnou polohu. Pro pevnější zajištění je v zadní části světlometu přišroubován delší plechový díl (4), spojen s podběhem vozu. Celý světlomet je těsně kopírován okolními plechovými i plastovými díly.

Obr. 26, 27, 28 Škoda Octavia RS II – ukázka uchycení světlometu.

5.4 Škoda Superb II



Obr. 29 Škoda Superb II – přední uchycení.



Obr. 30 Škoda Superb II – boční pohled na pravý přední světlomet



Obr. 31 Škoda Superb II – ostřikovač světel.

Automobil střední třídy je vybaven nejmodernější technikou v oblasti světel. Nároky vzrostly na prostor i odolnost uchycení proti silovému namáhání. Světlomet využívá k přichycení ke karoserii jak šroubová spojení tak i velké množství plastových dílů a přichytek. Šrouby se nacházejí nad světlometem (1), poblíž přední masky vozu (2) a na krajní stěně světlometu pod předním nárazníkem (3). Náročnost na zástavbový prostor předkládá ostřikovací technika, která se oproti Octavii objevila blíže k samotnému světlometu. Tím je omezena možnost využít prostor těsně pod světlometem k umístění držáku.

6 Koncepční návrhy upevnění tělesa světlometu

Tvorba koncepčních návrhů upevnění se řídila požadavky na maximální stabilitu, na montážní přístup k úchytným bodům, montovatelnost a na bezkolizní stav s okolními díly. Další body, které bylo nutné zohlednit, se týkaly funkce světlometu, kdy držák nesmí svou konstrukcí zapříčinit přehřívání nebo jinak omezit správnou funkci či údržbu světlometu. Dále se respektovala také technologičnost, aby navržené upevnění bylo možné vyrobit dostupnou technologií, pokud možno za přijatelnou cenu pro daný typ zpracování, a aby byla zástavba, případně výměna, srozumitelná pro obsluhu.

Pro uchycení, splňující předešlé požadavky, byla vybrána následující místa: pod světlometem, zadní část světlometu (uprostřed či na okraji světlometu), obvodová část světlometu. Pro snadnou orientaci viz přehled níže. Zobrazené obrázky jsou uvažovány pro pravou stranu vozu.

- pod světlometem (6.1)



- uprostřed zadní stěny světlometu – spodní uchycení (6.2)



- uprostřed zadní stěny světlometu – horní uchycení (6.3)



- v zadní části světlometu – pod předním blatníkem (6.4)



- spodní a zadní část světlometu (6.5)



- krajní část světlometu - pod předním blatníkem (6.6)



- obvodová část světlometu (6.7)



6.1 Držák 1

Umístění

Držák se nachází pod předním světlometem, přesněji mezi stavitelnou plastovou deskou (pod světlometem) a plechovým dílem podběhu vozu.



Obr. 32 Držák 1.

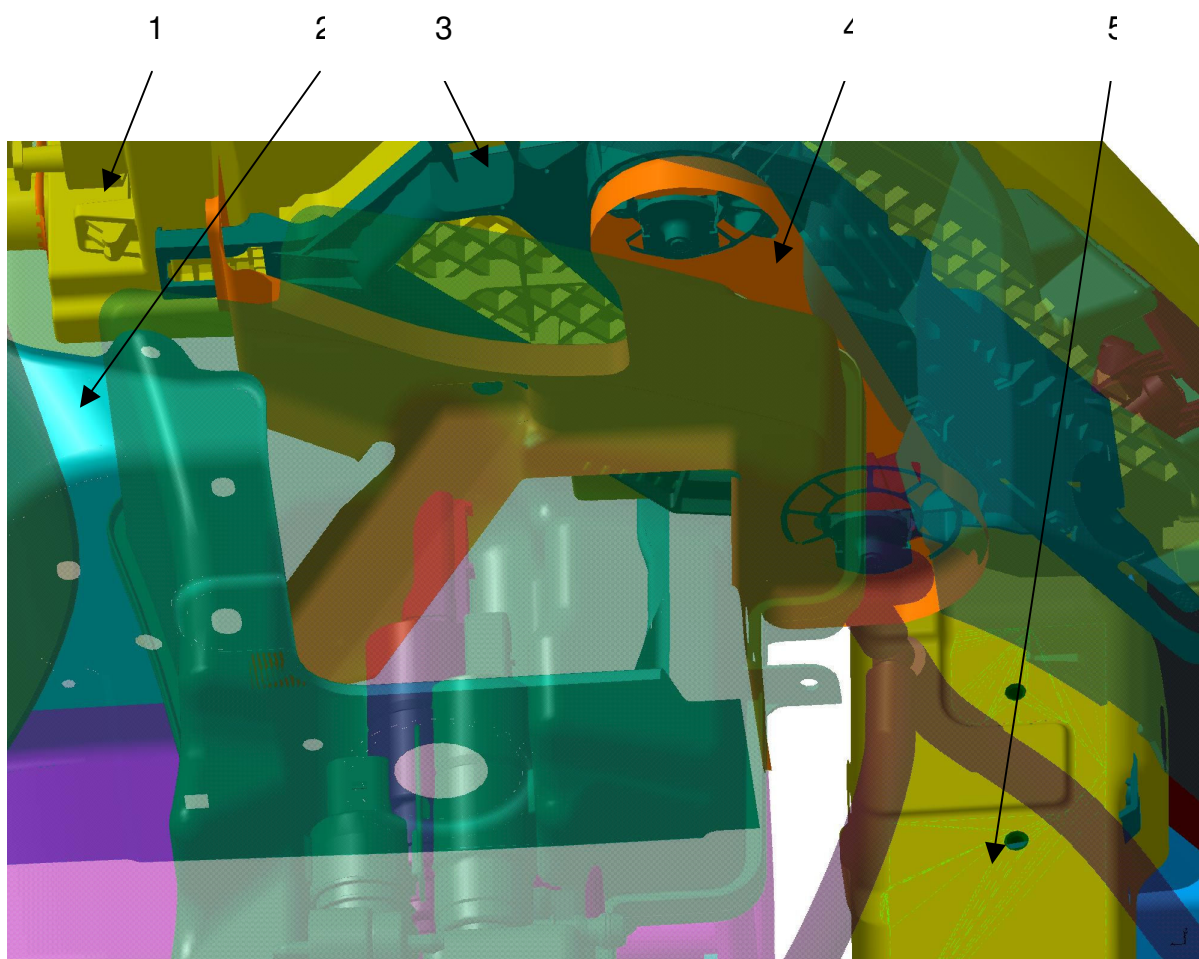
Konstrukce

Jedná se o komplikovanější výlisek z plechu o tl. 0,8 mm. Fixace stojny držáku k podběhu je uvažována např. přišroubováním případně přinýtováním. Těleso světlometu je ustaveno na držáku plochým plastovým dílem, zajišťujícím nejen přichycení světlometu, výškovou polohovatelnost, ale také tlumení vibrací přicházejících z karoserie vozu. Tento způsob uchycení dovoluje použít pouze dvě nebo tři součásti ke stabilnímu ustavení celého světlometu. Konstrukčně i tvarově se jedná o složitější díl. Na druhé straně má ale varianta dobré pevnostní vlastnosti a výhodné rozložení opěrných bodů.

Montáž

S ohledem na tvar a rozměry dílu může být zástavba složitější. Prvním krokem by bylo přišroubování stojny a svislé rovné plochy k podběhu vozu. Následně by se držák osazoval plastovými díly (stavitelné, přidržovací apod.). Nakonec by se mohl usadit samotný světlomet. Komplikace by nastala, pokud by se držák musel vyměnit např. kvůli poškozenému podvozku nárazem zespod. V tom případě by se musely přední díly (nárazník, systém ostřikování světel,...) vyjmout a po výměně držáku opět

zabudovat. Výhodnější možností by také bylo smontování držáku s podběhem během opravy podvozku (tj. bez demontáže předku vozidla).



Obr. 33 Držák 1 - pohled z pravé strany vozu, zespodu

1 – těleso světlometu, 2 – podběh pravého předního kola, 3 – plastová stavitelná podložka spojující světlomet s plechovým držákem, 4 – držák světlometu, 5 – přední část automobilu.

Držák 1

+

-



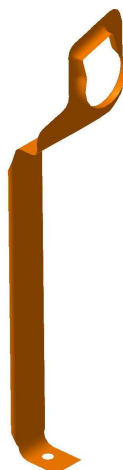
- stabilita
- odolnost proti namáhání
- možnost unést vyšší hmotnost
- potřeba méně dílů

- složitější a větší díl (cena, náročnost na výrobu, montáž)

6.2 Držák 2

Umístění

Držák spojuje těleso světlometu přímo s podběhem vozu. Úchyt se nachází v zadní části světlometu.



Obr. 34 Držák 2.

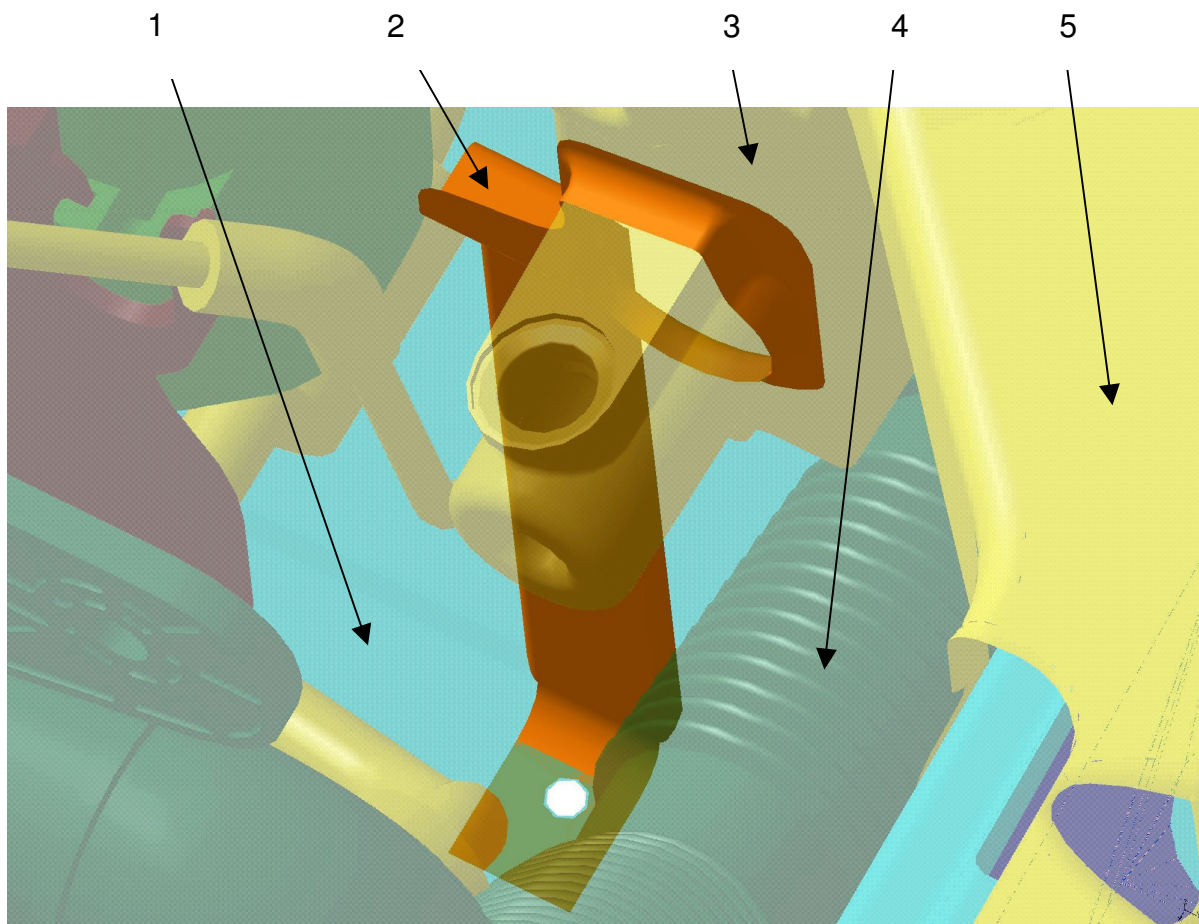
Konstrukce

Jedná se o jednoduchý díl vyrobený vystřížením z plechu o tl. 0,6 - 0,8 mm a následným ohýbáním (případně lisováním). Stojna je dole zakončena ploškou s otvorem pro šroub. Horní část držáku je tvarována podle tělesa světlometu tak, aby díl přesně dosedl na určené místo. Ke stabilnímu uchycení tělesa světlometu je potřeba několik dalších dílů.

Montáž

Montáž se zdá být díky jednoduchému tvaru držáku snadná, ale kvůli větší délce, spolu se současným nasazením držáku na světlomet, nastane problém s ustavením do konečné polohy. Délka držáku znesnadňuje také samotné přichycení k podběhu vozu, a to nedostatečným prostorem pro ruce samotného mechanika. Problém lze řešit pouze postupným sestavováním s okolními díly.

Při možné výměně poškozeného dílu se kvůli předešlým komplikacím držák stává nevhodným.



Obr. 35 Držák 2 - pohled shora

1 – podběh vozu, 2 – držák, 3 – těleso světlometu, 4 – vedení kapaliny k ostřikovačům světel, 5 – část karoserie (pod pravým předním blatníkem).

Držák 2



- uchycení blízko těžiště světlometu
- snadná výroba (výlisek, výstřižek)
- nízká hmotnost

- dlouhá stojna - namáhání na vzpěr => možné kmitání při vibracích
- složitější montáž - zástavba do přední části vozu vzhledem k okolním dílům

6.3 Držák 3

Umístění

Na zadní stěně tělesa světlometu, spojuje světlomet s plechovým dílem pod předním blatníkem.



Obr. 36 Držák 3.

Konstrukce

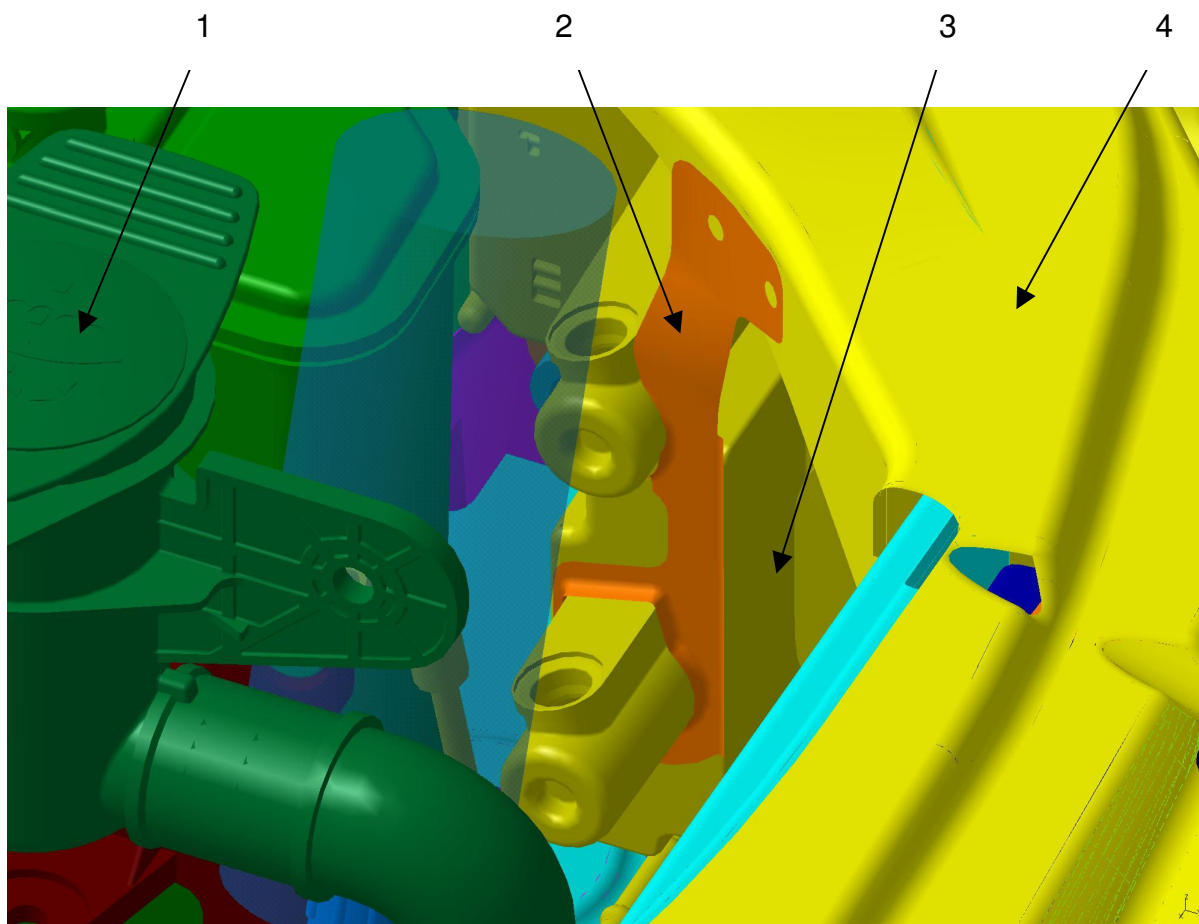
Výlisek z plechu o tl. 0,6 – 0,8 mm. Oproti držáku 2 spojuje světlomet s díly nad tělesem světlometu. Konstrukčně mírně složitější než 2, ovšem stabilnější díky šířce. Díl je o cca 50 mm kratší než držák 2.

Montáž

Díl je uchycen ve stejném místě světlometu jako držák předešlý, ale dále je veden směrem vzhůru. Tím odpadá problém s potřebným prostorem pro ustavení dílu.

Touto konstrukcí jsou tedy odstraněny veškeré nedostatky držáku 2. Samostatný držák na spolehlivé uchycení světlometu nepostačuje a využívá také několik dalších dílů. Montáž je velice jednoduchá a rychlá. Díl může být po nasazení na úchytný bod světlometu přišroubován k části karoserie pod předním blatníkem. Přístup k držáku je možný i bez jakékoli demontáže okolních dílů a to pouhým zvednutím přední kapoty vozu.

Při případné výměně světlometu a současném ponechání držáku na svém místě hrozí při neopatrném nasazení nového světlometu ohnutí držáku. Proto je vhodné montovat držák 3 jako poslední díl v uchycení světlometu.



Obr. 37 Držák 3 - pohled z pravé strany

1 – nádobka pro vodu ostřikovačů oken, světel, 2 – držák světlometu, 3 – pravý přední světlomet, 4 – část karoserie pod pravým předním blatníkem.

Držák 3



- větší stabilita (větší dosedací a opěrné plochy)
- oproti držáku 2 úspora cca 50 mm na délce polotovaru
- snadná montáž, dobrá přístupnost k úchytným plochám
- uchycení blízko těžiště světlometu

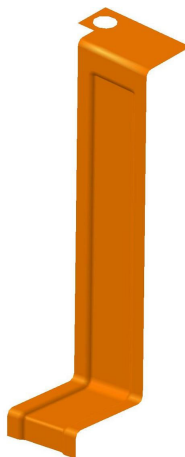


- dlouhý díl - namáhání na vzpěr => možné kmitání při vibracích
- složitější montáž - zástavba do přední části vozu vzhledem k okolním dílům

6.4 Držák 4

Umístění

Na zadní stěně světlometu, horní část držáku je přichycena pod předním blatníkem, dolní část podpírá samotný světlomet.



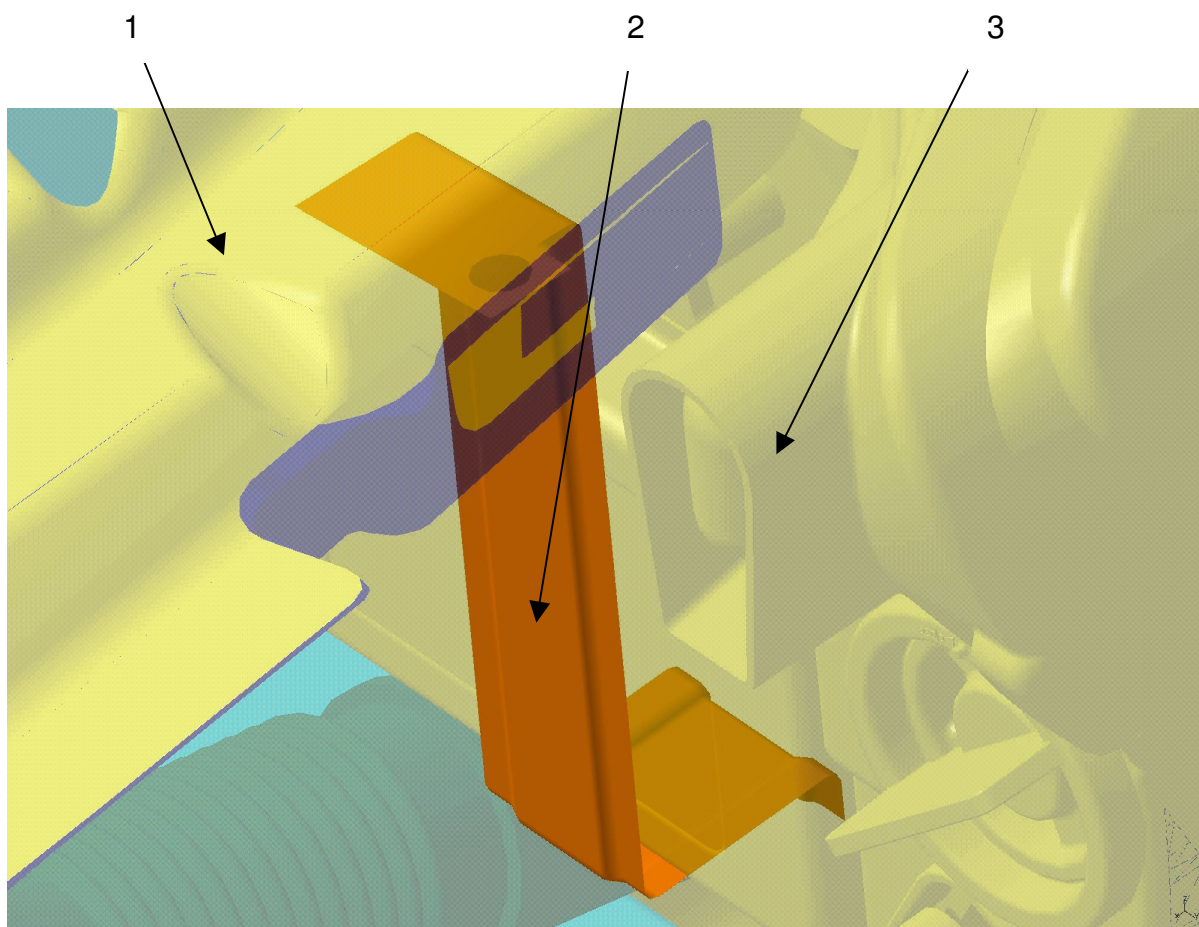
Obr. 38 Držák 4.

Konstrukce

Tvarově velice jednoduchý, snadno vyrobitelný plechový díl. Možná tl. polotovaru 0,8 mm, případně 0,6 mm s nutnou úpravou spodní části držáku kvůli možné deformaci vlivem hmotnosti světlometu. Dolní část dílu nabízí prostor pro změny v konstrukci pro lepší opření světlometu, horní část držáku je opatřena otvorem pro šroub.

Montáž

Jelikož je uvažováno s připevněním na vnitřní část kostry vozu, s malým poskytnutým prostorem, je montáž možná pouze při samotném sestavování okolních dílů. Problém je možné řešit přepracováním horního úchyty dílu tak, aby se díl přišrouboval na některý z dalších okolních plechů zvnějšku. V tom případě by byla montáž snadná a rychlá, kdy k zabudování dílu postačí zvednutí přední kapoty vozu a přišroubování z vnitřní strany motorového prostoru.



Obr. 39 Držák 4 - pohled z pravé strany

1 – Pravá část kostry vozu pod pravým předním blatníkem, 2 – držák světlometu, 3 – těleso světlometu.

Držák 4



- možnost využít větší plochy na spodní části světlometu k uchycení - větší stabilita
- jednoduchý tvar

- horší přístup k montážním plochám - nutno montovat během sestavování okolních dílů

6.5 Držák 5

Umístění

Jedná se o spojení držáku 1 s držákem 4. Umístění tedy odpovídá oběma zmiňovaným, tj. pod světlometem s využitím i zadní plochy tělesa světlometu.



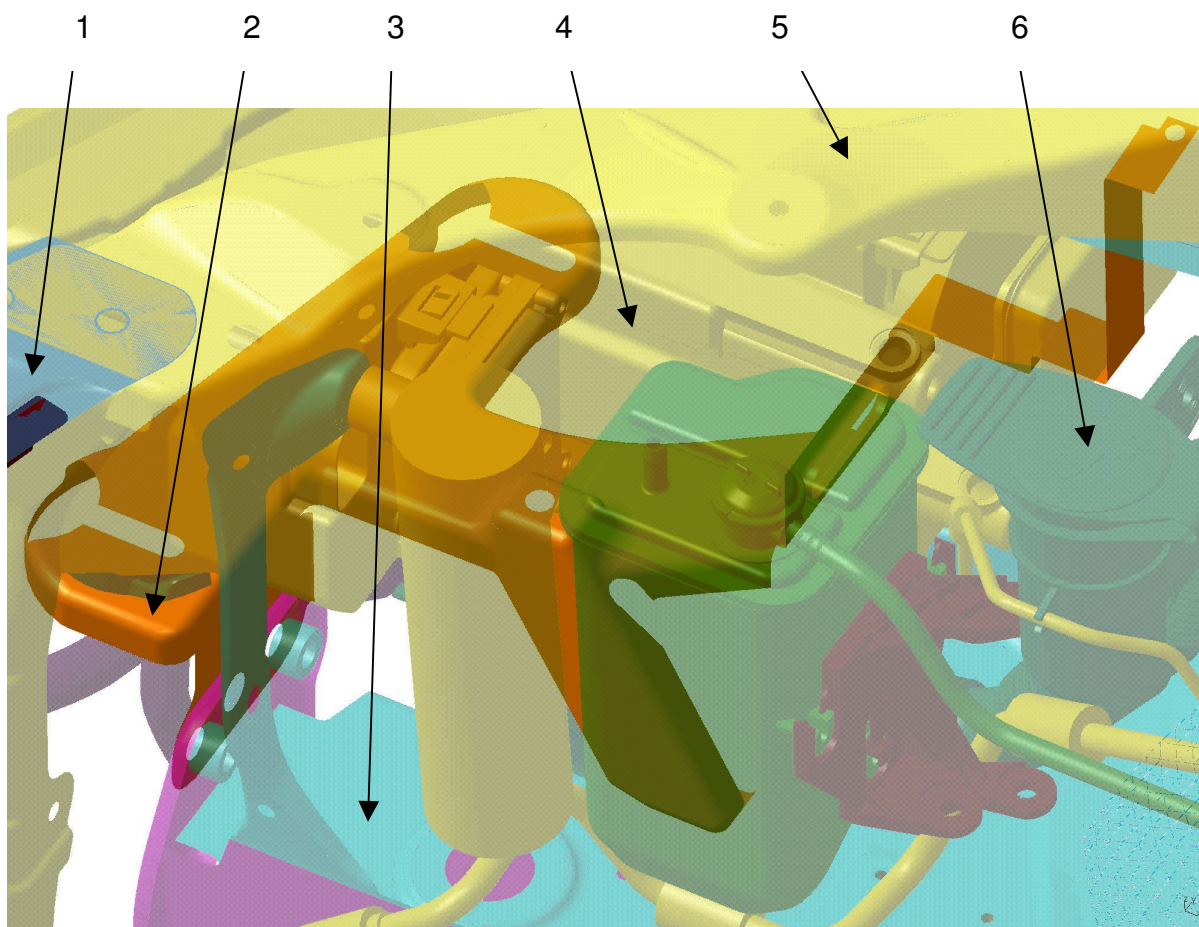
Obr. 40 Držák 5.

Konstrukce

Nejedná se o jeden výlisek. Jde o spojení držáku 1 a 4 např. bodovým svarem. Toto řešení je další variantou využití spodní a zadní plochy světlometu k ustavení v automobilu. Světlomet je takto stabilněji připevněn ke karoserii vozu. Tloušťka plechu 0,8 mm, postup a druh výroby je shodný s držáky 1 a 4. Nevýhodou může být větší náročnost na výrobu, finance a čas.

Montáž

Takto rozměrný držák je možné montovat pouze během sestavování dílů přední části karoserie. A to např. přišroubováním stejným způsobem jako u variant 1 a 4. Výměna takto velkého dílu je komplikovanější. Toto řešení je tedy pro běžný provoz nevhodné, ale např. pro zemědělskou techniku, kde je požadavek na vyšší tuhost konstrukce a nedochází tak často k haváriím, je podle mého názoru návrh upevnění použitelný.



Obr. 41 Držák 5 - pohled shora, od motorového prostoru

1 – přední část vozu, 2 – držák světlometu, 3 – podběh pravého kola vozu, 4 – těleso světlometu, 5 – pravá přední část karoserie, 6 – nádobka vody ostřikovačů.

Držák 5



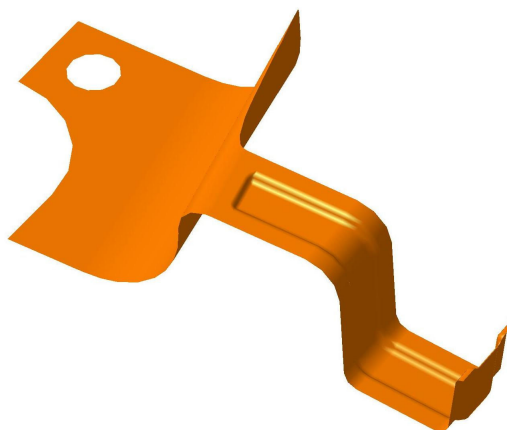
- využita větší plocha na spodní části světlometu k uchycení - větší stabilita
- celkové zpevnění v oblasti světlometu

- komplikovaný tvar – složitá výroba
- potřeba velkého polotovaru / dva díly - vyšší cena

6.6 Držák 6

Umístění

Pod předním blatníkem. Držák spojuje světlomet s kostrou vozu.



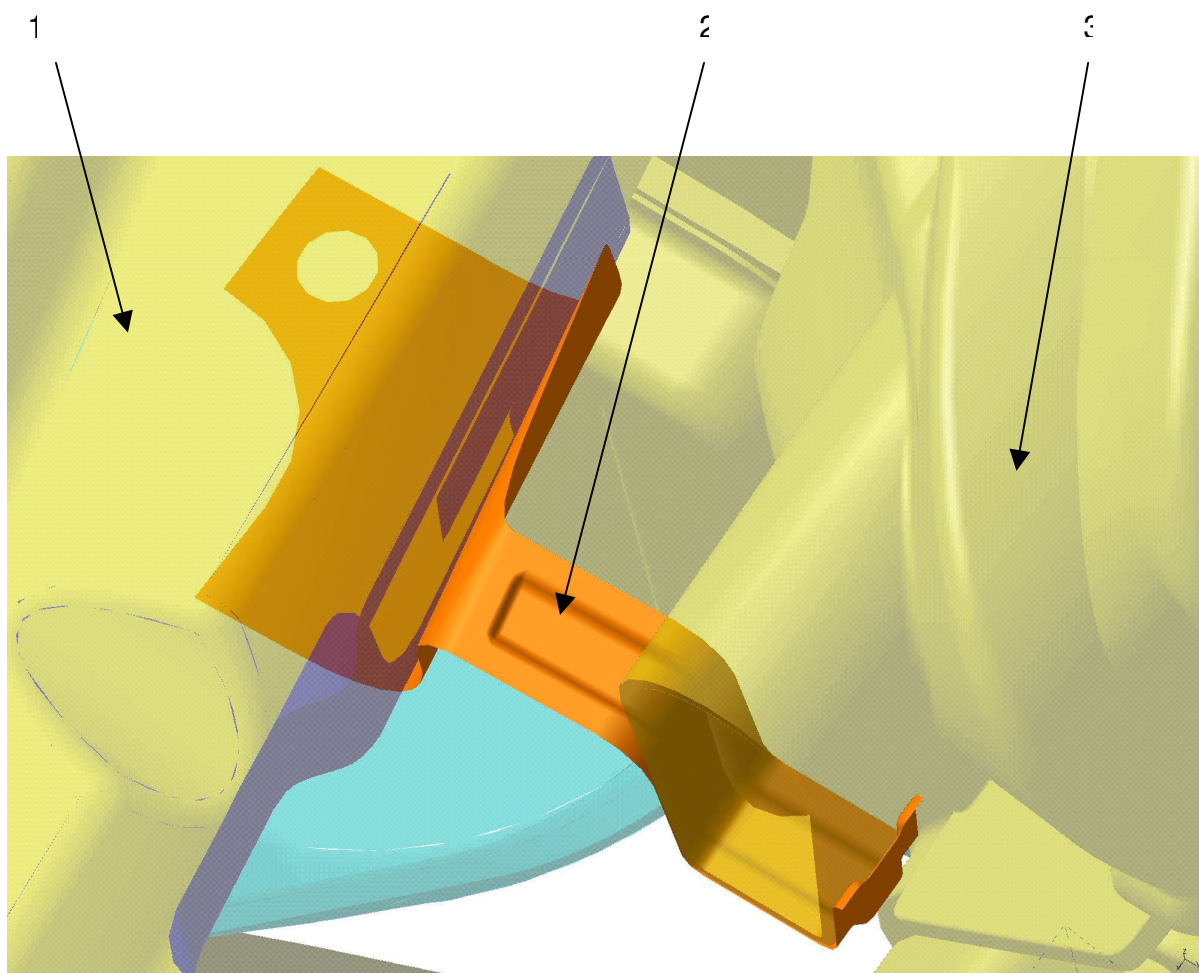
Obr. 42 Držák 6.

Konstrukce

Výlisek z plechu o malé tloušťce 0,6 mm a o celkové délce cca 50 mm je přišroubován k plechovým dílům pod předním blatníkem vozu. Druhým koncem dochází k podepření výčnělku světlometu. Kvůli možnému namáhání způsobeném hmotností světlometu je držák opatřen profilem pro vyšší odolnost proti namáhání ohybem.

Montáž

Při uvažování spojení držáku s karoserií přišroubováním dochází k možným komplikacím se zástavbovým prostorem (je potřeba mít dostatečný prostor na druhé straně dílu pro utažení matice). Problém lze odstranit přivařením matice na vnější stranu plechové části kostry. Další možností je i přivaření celého držáku. Nevýhodou však může být následná výměna držáku, kdy by bylo nutné měnit i zmiňovanou část kostry.



Obr. 43 Držák 6 - pohled shora

1 – část kostry vozu, 2 – držák světlometu, 3 – pravý přední světlomet.

Držák 6

+

-



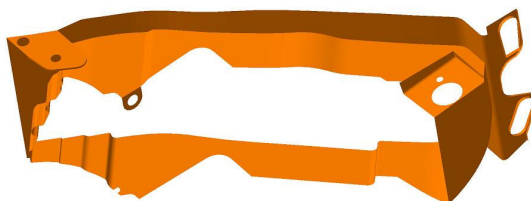
- malý díl – úspora materiálu
- možnost řešení uchycení jako součást boční části kostry = 1 díl (výlisek, popř. svařenec)

- menší rozměry => menší únosnost
- při variantě přišroubováním nutno montovat současně s dílem pod blatníkem

6.7 Držák 7

Umístění

Celá oblast světlometu, díl drží těleso světlometu celým svým obvodem.



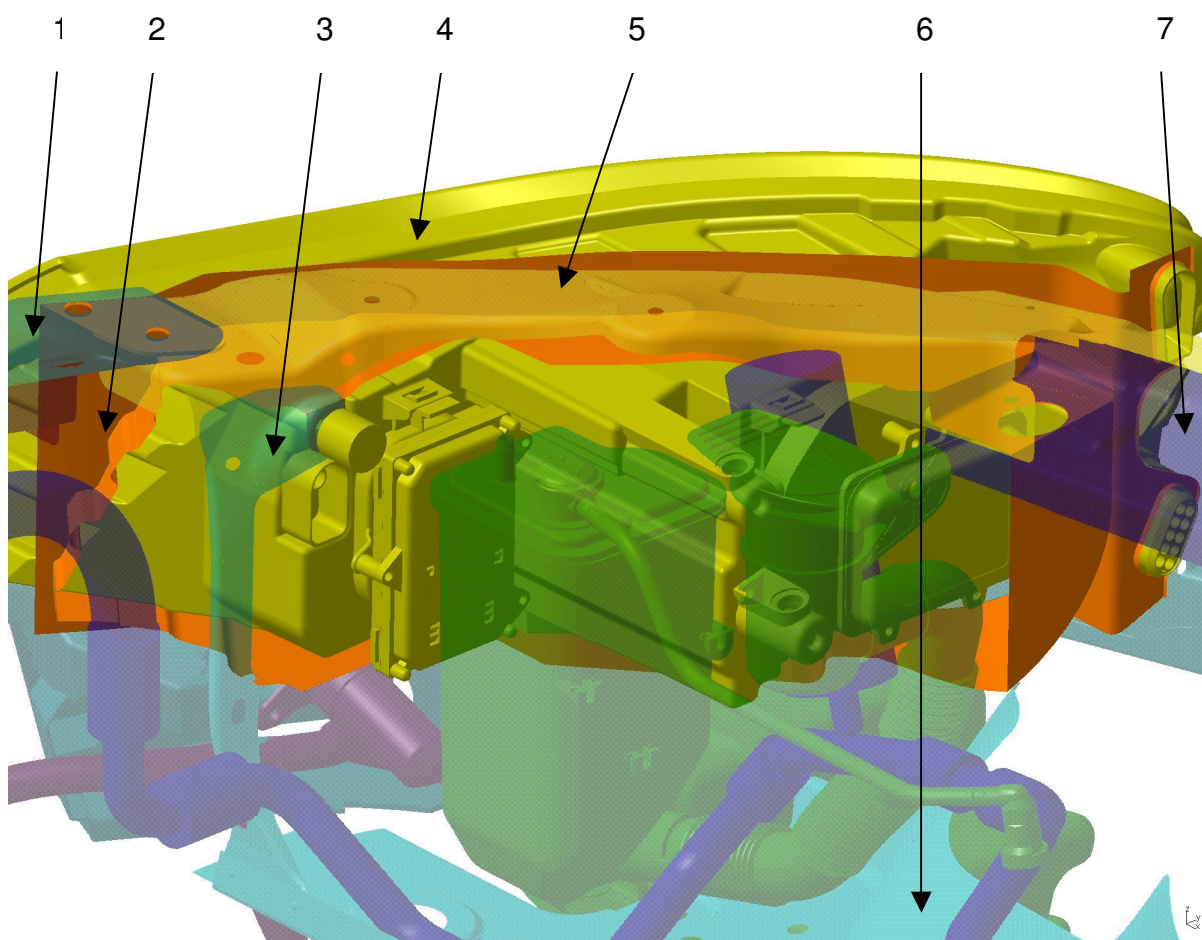
Obr. 44 Držák 7.

Konstrukce

Držák je uvažován jako svařenec dvou částí (výlisků), z plechu tl. 0,6 – 0,8 mm. Tvar dílu je dán tvarem tělesa světlometu v místě společného dotyku. Uchycení ke karoserii vozu je možné pomocí šroubů v horní části držáku a zajištěním na krajní ploše pod předním blatníkem (např. pomocí plastových příchytěk). Zajištění polohy světlometu vůči držáku je možné pomocí horního šroubu společně s plastovými zarážkami umístěnými po obvodu. Držák je řešen tak, aby nebyla omezena funkčnost světlometu a přitom byla zajištěna i bezproblémová obsluha, např. výměna žárovky apod.

Montáž

Montáž i demontáž je snadná díky přístupu z obou stran karoserie. Ke šroubovým spojům se lze dostat pouhým zdvihnutím přední kapoty vozu. Plastové díly je možné řešit jako součást držáku. Díky tomu lze (při ustavení světlometu) využít stejného montážního prostoru jako u šroubů. Výměna držáku není omezena prostorem okolo světlometu a nedojde tedy k demontáži některých okolních dílů. Držák se při výměně musí vyjmout i se světlometem. Výměnu samotného světlometu lze provést pouhým odšroubováním od držáku a uvolněním plastových příchytěk.



Obr. 45 Držák 7 - pohled od motoru

1 – přední část karoserie, 2 – držák světlometu, 3 – spojovací díl mezi světlometem a podběhem vozu, 4 – pravý přední světlomet, 5 – díl spojující přední a boční díl karoserie, 6 – přední podběh vozu, 7 – boční část karoserie pod pravým předním blatníkem.

Držák 7



- dobrá stabilita a tuhost
- úspora místa
- úspora ostatních dílů
- snadná montáž
- prostor pro změny

- větší a komplikovanější díl

6.8 Koncepční návrhy - shrnutí

Držáky 1 - 6 by ve vzájemných kombinacích mohly světlomet bezpečně uchytit. Podmínka montovatelnosti i tuhosti soustavy by byla splněna. Také by byly splněny požadavky na bezkolizní stav s okolními díly, nebyla by omezena funkce světlometu či způsob údržby a ani výroba by nebyla příliš složitá a nákladná v porovnání s provedením u dnešních automobilů.

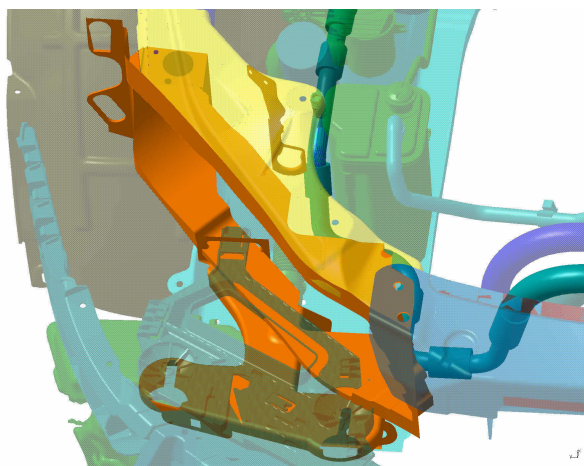
Jeden požadavek ale nesplňují. A to možnost posuvu tělesa světlometu ve svislém směru. Nejmodernější automobilky se totiž snaží o maximální preciznost ve zpracování a slícování dílů v automobilu. Snaží se o co nejpřesnější a nejrovnoměrnější spáry mezi jednotlivými částmi karoserie. A to především v oblasti světlometů, kapoty, dveří, ale i u dílů, jako jsou krytky ostřikovačů světlometů, víčko palivové nádrže, či různé mřížky a aerodynamické prvky na karoserii vozu.



Obr. 46 Ukázka slícování plechů u Audi A4

Možnost zabudování a bezproblémové použití mechanismu pro svislý posuv tělesa světlometu nabízí pouze varianta s uchycením po celém obvodu, tj. držák 7. Pohyb

by mohl být realizován např. použitím stavitelného šroubu, který posuv bezpečně zajistí pouhým pootočením ve vlastní ose. Vzdálenosti potřebné k posuvu (k přesnému ustavení tělesa světlometu) se pohybují řádově v desetinách až jednotkách mm. Postačující vzdálenost, kterou musí šroub urazit, se pohybuje od cca 1 mm do cca 10 mm. Záleží na typu a použití vozidla. Provedení celého mechanismu je možné také z plastu. Použitý materiál by měl být odolný i proti mechanickému namáhání při teplotách běžných v motorovém prostoru vozidla.

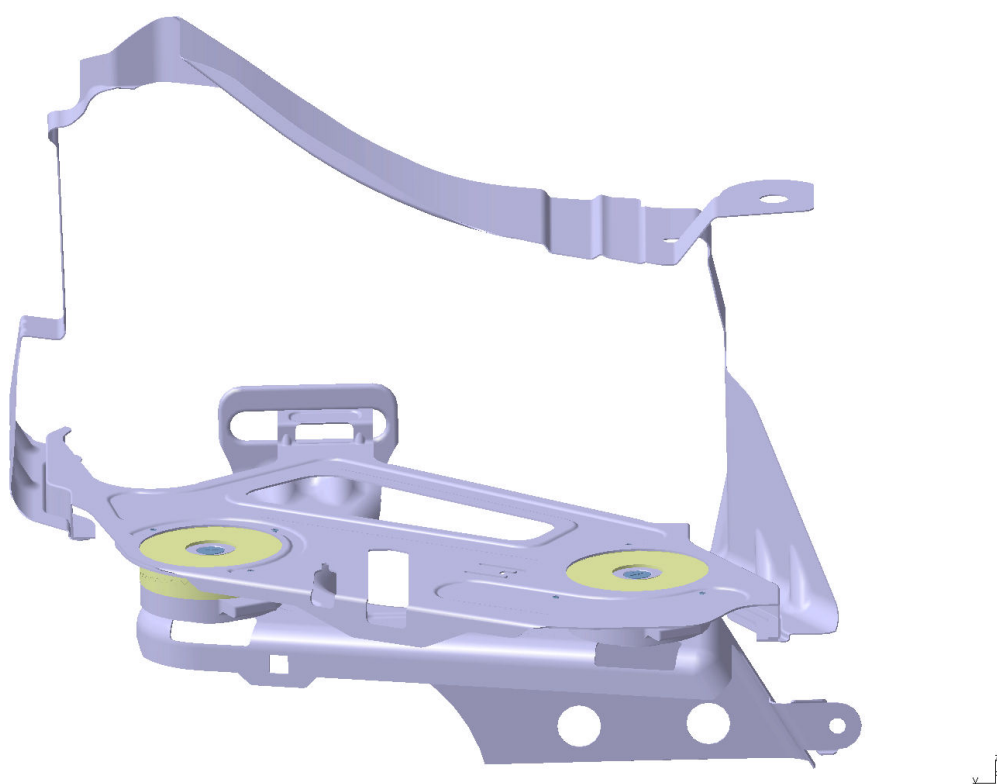


Obr. 47 Držák 7 s okolními díly. Pohled zepředu.

7 Držák s vestavěnými stavitelnými členy

Konečná podoba uchycení světlometu vychází z konstrukce držáku 7. Ke změnám došlo ve stavbě jednotlivých dílů a také úchytné body prošly proměnou nebo byly nahrazeny jinými. Zachovala se pouze koncepce samotného uchycení.

Výhodou držáku, obklopujícího světlomet ze všech stran, je jeho vysoká stabilita a odolnost vůči vibracím, jednodušší začlenění mechanismu pro svislý pohyb tělesa světlometu a celkové zvýšení tuhosti v přední části karoserie. Další výhodou je snadnější vsazení tělesa světlometu do držáku oproti dnes používaným řešením.



Obr. 48 Konečná podoba držáku světlometu.

Při návrhu a změnách v konstrukci držáku bylo přihlíženo k požadavkům ze zadání a vše orientováno na bezproblémovou funkci jak světlometu, tak samotného uchycení. Celý držák tvoří tři plechové a dva plastové díly. Při sestavování tohoto uchycení je využito šroubových spojení a bodového svařování. Samotné připevnění ke karoserii je rovněž provedeno pomocí šroubů.

Kapitola popisuje jednotlivé části držáku, sestavení a konečnou montáž uchycení.

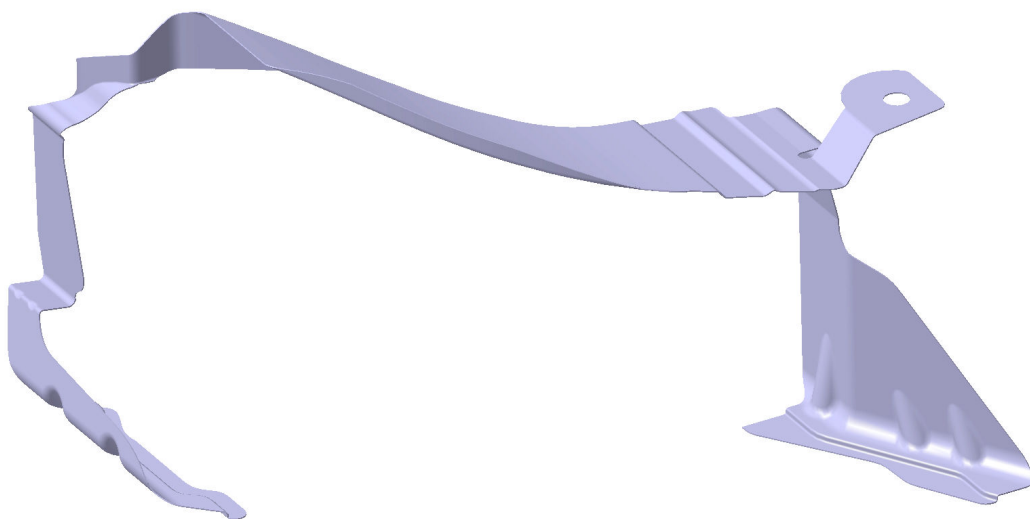
7.1 Plechová část držáku

Plechové části tvoří téměř celý držák. Jedná se o výlisky z plechu tl. 0,6 – 1,2 mm a hmotností nepřekračující 0,3 kg. Tloušťka materiálu odpovídá velikosti namáhání jednotlivých dílů, a proto byl např. u části s největším namáháním zvolen plech 1,2 mm. Tyto hodnoty se však mohou měnit podle daného automobilu. V celé konstrukci bylo také využito prolisů a zpevňovacích žeber pro zvýšení tuhosti.

Použité způsoby spojování jednotlivých součástí odpovídají daným požadavkům na pevnost a tuhost. Horní díl je spojen s prostředním pomocí bodového svaru a přes stavicí mechanismus (přípevněn šrouby ke stavicí desce) se spodním dílem.

7.1.1 Horní díl

Výlisek tl. 0,6 mm (při výrobě je také možno uplatnit technologii ohýbání a stříhání). Tvarem odpovídá tělesu světlometu. Tento díl doléhá na světlomet celým svým obvodem a zajišťuje tedy snadné zavedení tělesa světlometu při montáži. V horní části vytvořená ploška (pružná část držáku) slouží k případnému přichycení ke karoserii (šroubem). Celý díl je v dolní části zakončen vodorovnými plochami určenými k dosednutí plechové ustavovací desky. V těchto místech je uvažováno provedení bodových svarů.



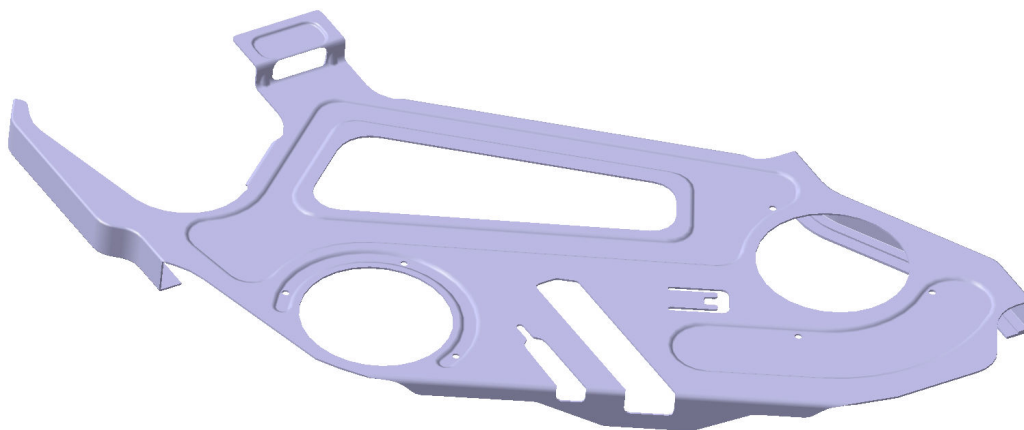
Obr. 49 Horní plechový díl.



7.1.2 Ustavovací deska

Plochý díl – výlisek o tl. 0,8 mm. Jde o součást ustavující světlomet za spodní plochu. Předpokládá se větší namáhání na ohyb (vlivem hmotnosti světlometu) než u horního dílu, proto je v konstrukci v hojné míře využito prolisů a zpevňujících lemů a stěn po okrajích.

Levá a pravá dosedací část tvarově odpovídá předešlému dílu. Velké kruhové otvory slouží k vedení plastových součástí zajišťující svislý pohyb tělesa světlometu, ostatní otvory odpovídají ustavovacím bodům bránícím pohybu světlometu v podélném směru.



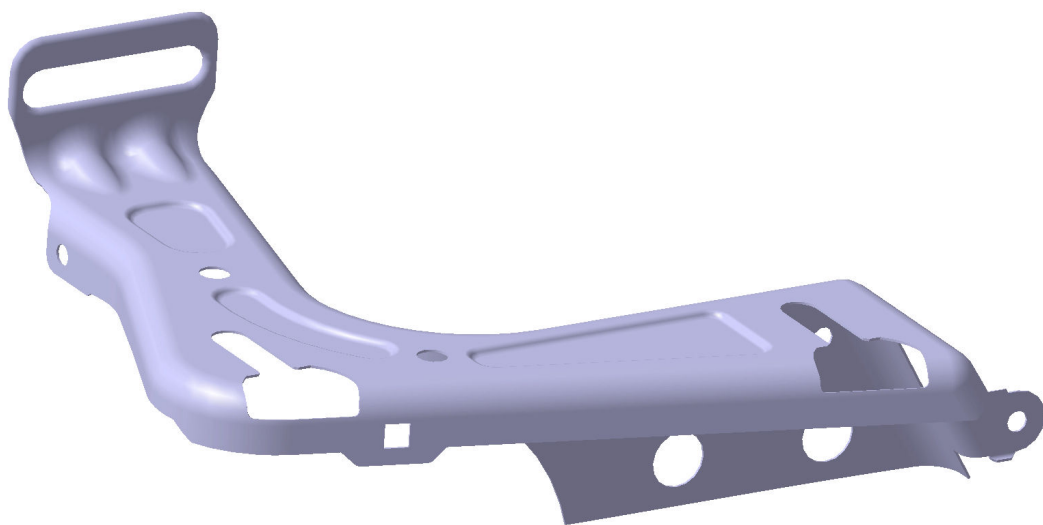
Obr. 50 Plechová ustavovací deska.



7.1.3 Spodní díl

Součást je ve spodní části spojena s podběhem vozu a v horní s plastovým stavitelným dílem. Zadní část slouží k přichycení plastového výstupku tělesa světlometu.

Tento díl představuje pevnou podpěru celého uchycení světlometu a proto je v tomto případě zvolena tl. plechu 1,2 mm. Součást je možné vyrobit lisováním. Celý díl je opatřen prolisy pro zvýšení tuhosti a odolnosti proti namáhání. Okraj horní části dílu je olemován cca 1 cm širokým pásem, kterého bylo využito pro úchytné body. Další kruhové otvory slouží také jako úchytné body pro zajištění světlometu (s ostatními částmi držáku) proti pohybu.



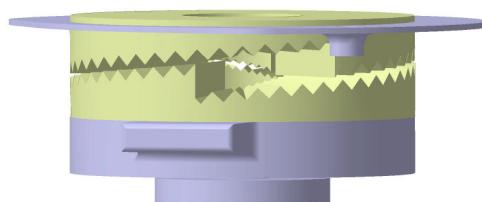
Obr. 51 Spodní plechový díl.



7.2 Stavitelný díl

V konstrukci držáku se nacházejí dva díly (mechanizmy), zajišťující posun tělesa světlometu ve svislém směru. Jejich použití je dáno požadavky na vzhled automobilu, přesněji na rovnoměrnost spár mezi světlometem a okolními panelovými díly v exteriéru vozu. Tím docílíme maximální preciznosti ve zpracování, který je vidět na první pohled. Tyto detaily na automobilu jsou známkou kvalitní a přesné výroby a mohou tak zapůsobit na zájemce, kteří zvažují koupi co nejkvalitnějšího a nejspolehlivějšího vozu.

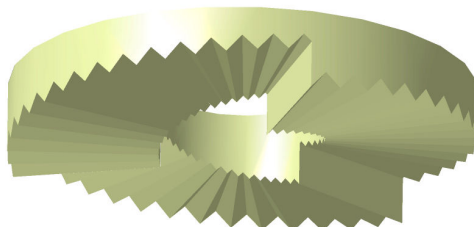
Mechanismus se skládá buď z plastových vložek s kovovou příchytkou nebo je možné provedení celé z plastu (např. z PP). Horní část je přišroubována k ustavovací desce, dolní je nastrčena na spodní plechový díl. Obě pak jsou spojeny šroubem. Zajištění proti zpětnému pohybu je dáno spojením s částmi držáku, které jsou přichyceny na karoserii.



Obr. 52 Stavitelný člen.

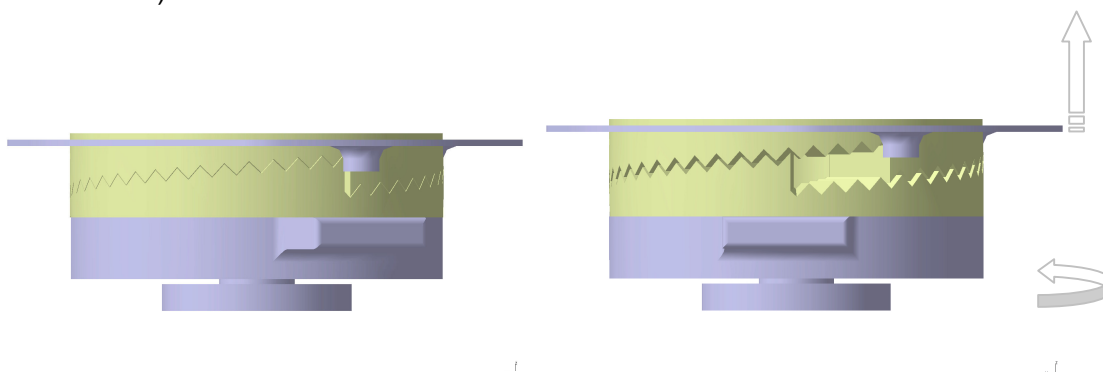
7.2.1 Stavitelný díl – princip

Tvar plastové vložky odpovídá šroubovici rozdělené na 3 úseky opatřené výstupky. Ty slouží k zajištění zvolené polohy.



Obr. 53 Plastová vložka stavitelného členu.

Jeden stavitelný mechanismus se skládá ze dvou takovýchto vložek. Horní, přichycená k desce pod světlometem, je neotáčivá (pevná) a slouží pouze jako jakási zářezka pro otáčivou spodní. Otáčivá část mechanismu je z boku opatřena výstupkem pro snadnější otočení (ručně, provede dělník při montáži vozu, popřípadě obsluha v servisu).

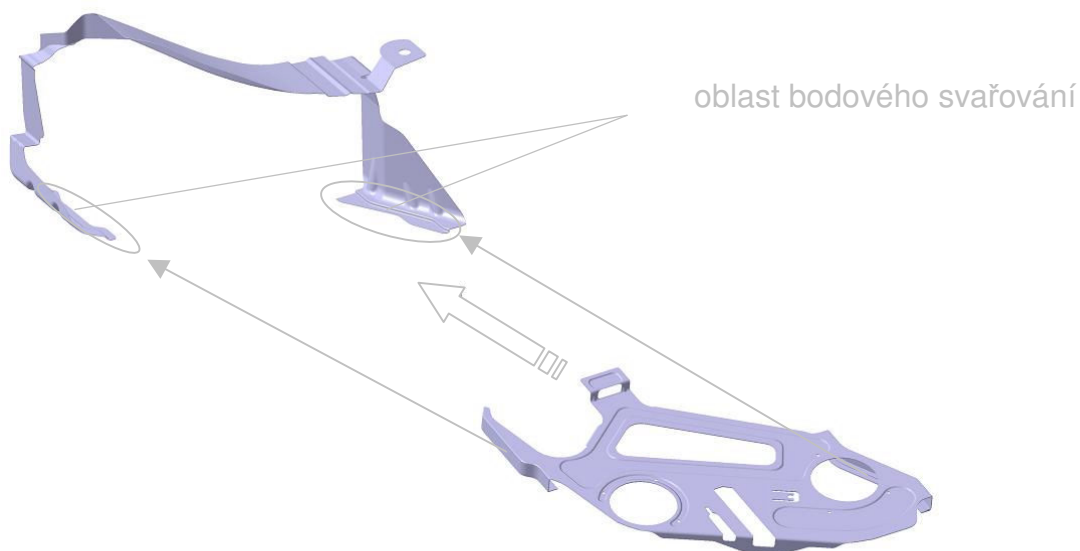


Obr. 54 Stavitelný člen před a po pootočení spodní části.

Nastavení polohy lze provést po uvolnění spojovacího šroubu mezi oběma polovinami členu. Tím vznikne mezi oběma částmi prostor (výška zubů) postačující na natočení jedné poloviny vůči druhé. Při pootočení dojde k posuvu ve svislém směru. Následuje dosednutí do požadované polohy (nastavené výšky). Posledním krokem je dotažení spojovacího šroubu mezi oběma částmi mechanismu a zajištění proti uvolnění, např. 2 maticemi. Tento způsob polohování je dnes běžně rozšířen v konstrukci osobních automobilů.

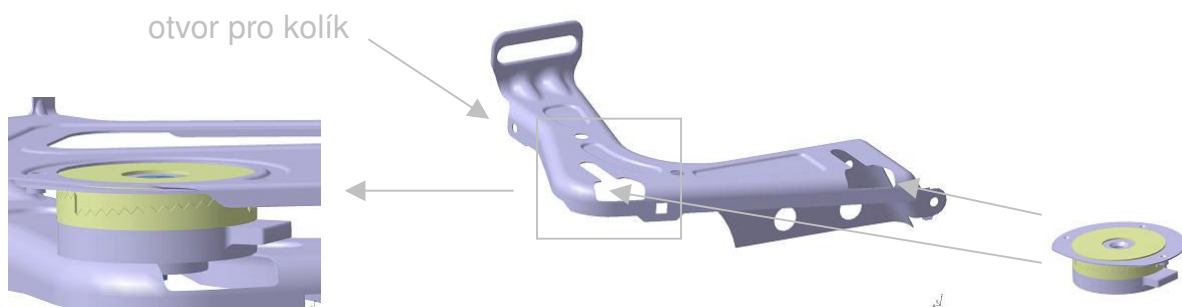
7.3 Montáž a zástavba držáku

Před samotnou montáží celé soustavy uchycení proběhne bodové svařování, mezi horním dílem a ustavovací deskou. Tím vznikne ze dvou dílů jeden nerozebiratelný a montáž se tak zjednoduší. Dalším krokem je smontování stavitelného členu, který ovšem odpadá, pokud zvolíme provedení celé z plastu. V opačném případě dojde ke spojení plastové vložky s kovovou objímkou např. šrouby.



Obr. 55 Postup montáže před svařováním.

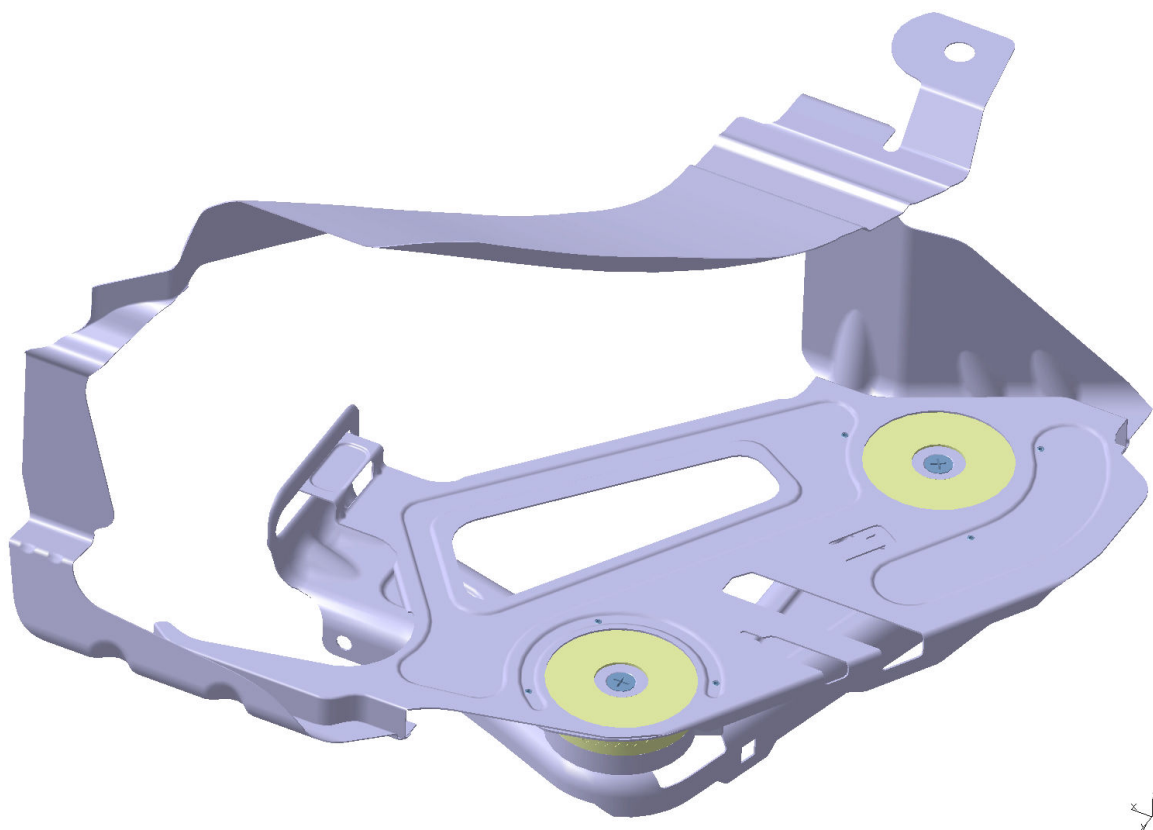
Po přípravné fázi následuje zástavba držáku do karoserie vozu. Celý postup smontování probíhá „odspodu“. Jako první se ustaví do vozu spodní plechový díl, který zastává podpěrnou funkci v uchycení. Objeví se zde proto více šroubů, zajišťujících pokud možno co nejspolehlivější spojení, ve spodní části tohoto dílu. Na boční stěně (vzadu) je vytvořen kruhový otvor o průměru cca 6 mm, sloužící k uchycení kolíkem. Tím se dosáhne požadované stability tohoto dílu.



Obr. 56 Ukázka zástavby stavitelného členu.

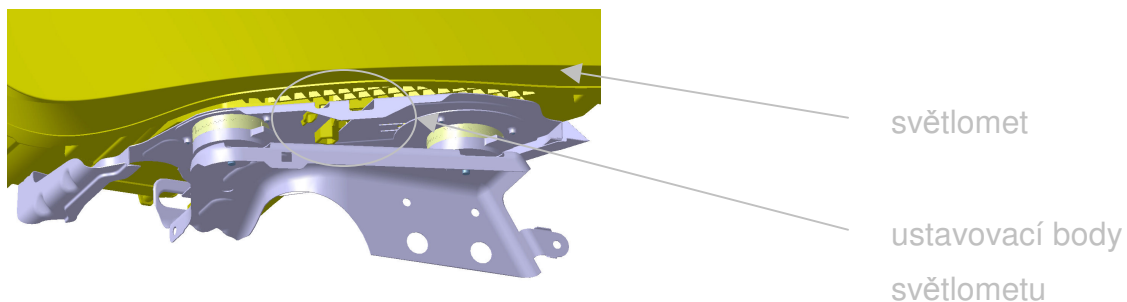
Po ustavení následuje zavedení dvou stavitelných členů. Ty jsou zespodu opatřeny válcovým výčnělkem, který umožňuje přesné nastrčení zpředu na předešlý díl. Pro bezpečnější spojení je možné zvolit přišroubování.

Nyní zbývá připevnit pouze svařenec. Ten se shora položí na stavitelné části držáku tak, aby otvory na ustavovací desce odpovídaly polohám děr pro šrouby. Zadní část desky je opatřena plochým výčnělkem, který zavedeme do určeného oka spodního dílu. Nakonec se roh objímky pro světlomet zajistí šroubem.



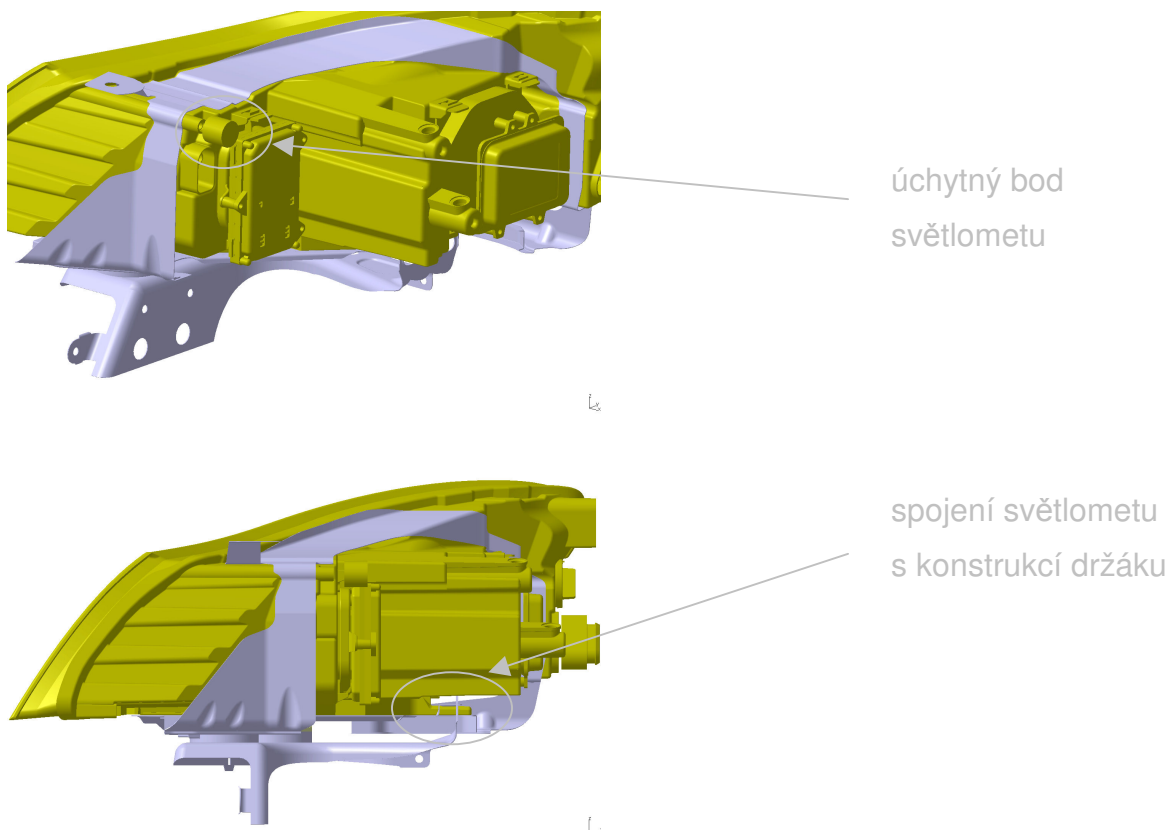
Obr. 57 Smontovaný držák.

Držák je již smontován. Nyní stačí zavést do určeného prostoru těleso světlometu pouhým nastrčením zpředu ve vodorovném směru. Světlomet je na spodní i zadní stěně opatřen výstupky, které odpovídají výřezům na ustavovací desce.



Obr. 58 Pohled pod pravý světlomet. Zpředu.

Toto musíme při zavádění akceptovat a vsazení světlometu přizpůsobit okolnostem. Po bezpečném dosednutí světlometu zbývá provést zajištění proti zpětnému pohybu spojením ve spodní části a šroubem v horní části světlometu spolu s delším plechovým dílem (viz obr. 45, díl 3), který je připevněn k podběhu vozu.



Obr. 59 Ukázka připevnění světlometu.

Tím je montáž u konce a nyní zbývá jen osazení předním nárazníkem či jinými díly kolem světlometu.

7.4 Držák s vestavěnými stavitelnými členy – shrnutí

Konečná podoba držáku je ovlivněna záměrem uchopit světlomet co nejspolehlivěji, tj. plochami dotýkajících se přímo tělesa světlometu.

Při návrhu byly zohledněny požadavky na správnou funkci světlometu, na dostupnou výrobu a snadnou montáž. Návrh plně využívá poskytnutého prostoru k uchycení a nijak neomezuje správný chod a údržbu světlometu a jeho příslušenství, či okolních dílů ve stavbě vozu.

V konstrukci jsou použity součásti normalizované, případně zcela recyklovatelné. Nehrozí tak možné znečištění prostředí při provozu nebo havárii automobilu.

Poškozené díly je možno vyměnit bez vážnějšího zásahu do stavby vozu, postačí zde volný přístup od motoru. Pro snadnější výměnu postačí sejmutí předního nárazníku a zvednutí přední kapoty vozu.

Držák je tvořen většími díly, což může mít za následek zvýšení náročnosti na výrobu či finance. Tuto skutečnost kompenzují výhody v podobě dosažené vysoké tuhosti v přední části vozu, snadné montáži a demontáži jak světlometu tak celého držáku a možnosti využití těla držáku k připevnění lehčích okolních komponentů (kabelové svazky apod.). V příloze je možné najít výkres sestavy celého držáku světlometu.

8 Pevnostní analýza držáku světlometu

8.1 Metoda konečných prvků (FEM) - teorie

Principem FEM metody je rozdělit geometricky definovaný objekt, který je předmětem výpočtu, na konečný počet částí, vyplňujících s dostatečnou přesností jeho tvar. Jednotlivé elementy jsou vzájemně spojeny do sítě v tzv. uzlech, matematických bodech o známých souřadnicích v prostoru. Pro zjednodušení lze říci, že jsou počítány hodnoty neznámých parametrů právě v těchto uzlech. Jestliže jsou vlastnosti každého z těchto elementů popsány jednoduchou matematickou funkcí, dostáváme pro popis vlastností celého objektu soustavu algebraických rovnic, jejichž neznámé představují parametry fyzikálního problému. Vlastní výpočet spočívá v řešení maticového zápisu následujících rovnic.

Vycházíme z obecné rovnice metody konečných prvků:

$$[\mathbf{M}] \{\ddot{\mathbf{q}}\} + [\mathbf{C}] \{\dot{\mathbf{q}}\} + [\mathbf{K}] \{\mathbf{q}\} = \{\mathbf{F}(t)\}$$

kde $[\mathbf{M}]$, $[\mathbf{C}]$ a $[\mathbf{K}]$ jsou matice hmotnosti, tlumení a tuhosti jednotlivých prvků, $\{\mathbf{q}\}$ je vektor zobecněných posuvů v uzlech (resp. vektor jejich derivací), $\{\mathbf{F}(t)\}$ je vektor vnějších sil.

8.1.1 Analýzy používané systémem CATIA V5

1) Static Analysis—statická analýza

Statická analýza je založena na těchto předpokladech:

- malé zobecněné posuvy v uzlech (posunutí i rotace a jejich derivace)
- malé napětí v elementech a malé deformace i posunutí elementů
- lineárně spojitý průběh závislosti napětí v elementech na posunutí uzlů (Hookův zákon) i lineárně spojitý průběh závislosti deformací elementů na posunutí uzlů (Cauchyho vztahy)
- neměnné okrajové podmínky
- konstantní vlastnosti materiálu nezávislé na čase a teplotě

Obecná rovnice FEM je redukována do tvaru:

$$[\mathbf{K}] \{q\} = \{F(t)\}$$

Protože matice $[\mathbf{K}]$ je singulární (její determinant je roven nule) je nutno celou soustavu fixovat definováním okrajových podmínek. Celá soustava musí být staticky určitá. Výsledkem je určení napětí v jednotlivých elementech a posuvy v uzlech.

2) Frequency Analysis – frekvenční analýza

Obecná rovnice FEM je redukována do tvaru:

$$[\mathbf{M}] \{\ddot{q}\} + [\mathbf{K}] \{q\} = \{F(t)\}$$

Využitím rovnice harmonické odezvy $\{q\} = \{r\} \cos(\omega t)$

a po dalších úpravách převedeme rovnici do tvaru:

$$([\mathbf{K}] - \omega^2 [\mathbf{M}]) \{r\} = \{F(t)\}$$

kde ω je vlastní frekvence a $\{r\}$ její odpovídající vlastní tvar

3) Free Frequency Analysis – volná frekvenční analýza

Obecná rovnice FEM je redukována do tvaru:

$$[\mathbf{M}] \{\ddot{q}\} + [\mathbf{K}] \{q\} = 0$$

Využitím rovnice harmonické odezvy $\{q\} = \{r\} \cos(\omega t)$ a po dalších úpravách převedeme rovnici do tvaru:

$$([\mathbf{K}] - \omega^2 [\mathbf{M}]) \{r\} = 0$$

kde ω je vlastní frekvence a $\{r\}$ její odpovídající vlastní tvar.

Protože volné těleso v prostoru má 6° volnosti, je prvních 6 vlastních frekvencí rovno nule.

Nalezení vlastních frekvencí a vlastních tvarů modální analýzy lze definovat jako obecný problém nalezení vlastních čísel matic, popsanych výše uvedenými rovnicemi, některou z volitelných iteračních metod.

Je-li řád matic $[\mathbf{K}]$ a $[\mathbf{M}]$ n , potom rovnice umožňují vypočítat n vlastních frekvencí ω a n vlastních tvarů $\{r\}$, resp. rovnice umožňují vypočítat pouze takové množství vlastních frekvencí a tvarů, které odpovídá součtu stupňů volnosti ve všech uzlech výpočtového modelu. Z rovnic je rovněž patrné, že absolutní hodnota složek vektoru $\{r\}$ není rozhodující pro popis tvaru kmitání.

8.1.2 Iterační metody používané systémem CATIA V5

Před výpočtem vlastních frekvencí systémem CATIA V5 je možné zvolit jednu ze dvou iteračních metod. Jedná se o Lanczosovu iterační metodu nebo metodu iterace podprostoru.

Metoda iterace podprostoru

Tato metoda počítá zvolený počet nejnižších vlastních tvarů a frekvencí, přitom z důvodu zvýšení rychlosti konvergence se iterace provádí na větším počtu vlastních vektorů, než kolik jich je požadováno. Metoda ale nemusí zaručovat, že vypočtené vlastní frekvence jsou právě ty nejnižší. K selhání metody může dojít u úloh, pro které jsou charakteristické shluky s větším počtem frekvencí. Tato metoda si ale snadno poradí s vlastními tvary příslušejícími vícenásobným vlastním frekvencím.

Lanczosova iterační metoda

Jako metoda iterace podprostoru počítá zvolený počet nejnižších vlastních tvarů a frekvencí. Její přednost se projevuje zejména u úloh s velkým počtem stupňů volnosti. Pokud řešená úloha nevyžaduje podporu pevného disku, je tato metoda rychlejší než metoda iterace podprostoru. Volbou „Shift“ lze navíc stanovit dolní hranici, od níž budou vlastní frekvence počítány. Tím lze prvních 6 nulových frekvencí volné modální analýzy z výsledku vyloučit.

8.1.3 Určení velikosti zatížení držáku světlometem

Pro další řešení bylo nutné znát hmotnost tělesa světlometu. Jelikož byl držák tělesa světlometu navrhován pro účely použití v různých typech automobilů, bylo nutné mít povědomí o hmotnostech světlometů různých vozů. V následujícím přehledu jsou uvedeny příklady světlometů a jejich hmotností. Informace byly převzaty z internetových adres <http://www.cc-autodily.cz> a <http://www.xldhid.com>.

Škoda Fabia
1.800 kg



Škoda Octavia II
1.950 kg



Škoda Superb
1.650 kg



VW Polo
1.500 kg



VW Jetta
2.150 kg



VW Bora
2.350 kg



VW Passat
2.400 kg



Ford Focus
2.650 kg



Z výše uvedených příkladů vyplývá, že se hmotnost tělesa světlometu obvykle pohybuje v rozmezí 1,5 - 2 kg. U vozů s luxusní výbavou není výjimkou hmotnost světlometu i nad 2,5 kg. Jedná se o světlometry s halogenovou, xenonovou či jinou technologií. V současné době se rozvíjí výroba světlometů s LED diodami. Světlometry s touto technologií jsou velmi lehké a jejich hmotnost nepřesáhne 2 kg. Pro následné výpočty pomocí FEM analýzy byl zvolen světlomet o hmotnosti 2,5 kg. (Pro řešení bylo nutné převést kilogramy na Newtony). Zatížení držáku je pak (po vynásobení hmotnosti světlometu gravitačním zrychlením) 24,517 N.

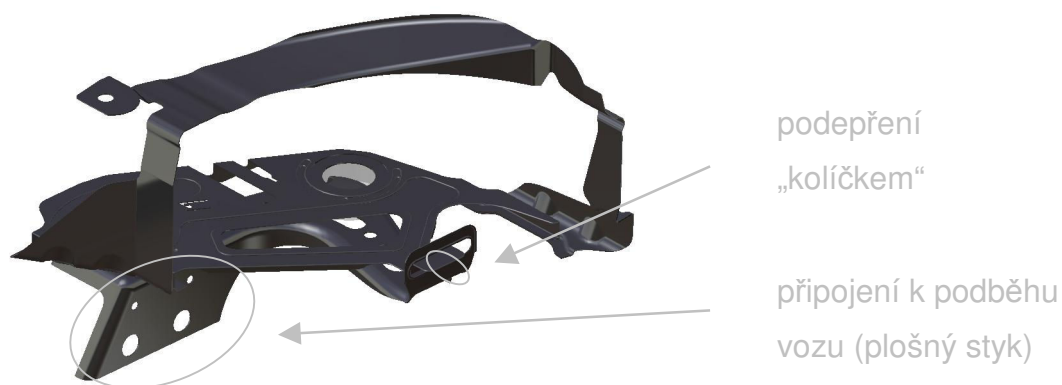
8.2 Metoda konečných prvků (FEM) – výpočet

8.2.1 Statické zatížení držáku tíhou světlometu

Pro řešení pevnostní analýzy držáku světlometu byl zvolen SW CATIA V5. V modulu „Analysis & Simulation“ bylo nutné přesně nadefinovat vazby mezi jednotlivými komponenty držáku a určit místa přichycení ke karoserii a okolním plechovým dílům automobilu (viz označení níže). V těchto místech bylo nadefinováno pevné spojení (vetknutí) bez žádného posuvu.

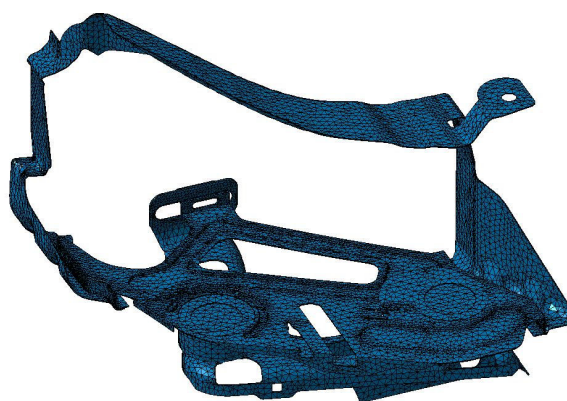


Obr. 60 Ustavovací plochy držáku světlometu.



Obr. 61 Další ustavovací plochy držáku světlometu.

Za účelem získání přesnějších výsledků analýzy byla zvolena velikost elementů sítě 5 mm. Vznikl tak výpočtový model s 74 314 prvky a 26 605 uzly.

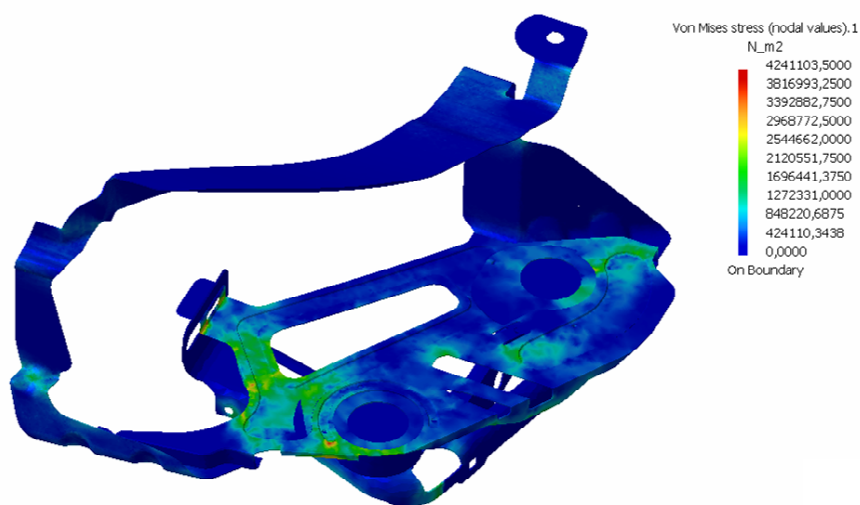


Obr. 62 Výpočtový model držáku světlometu.

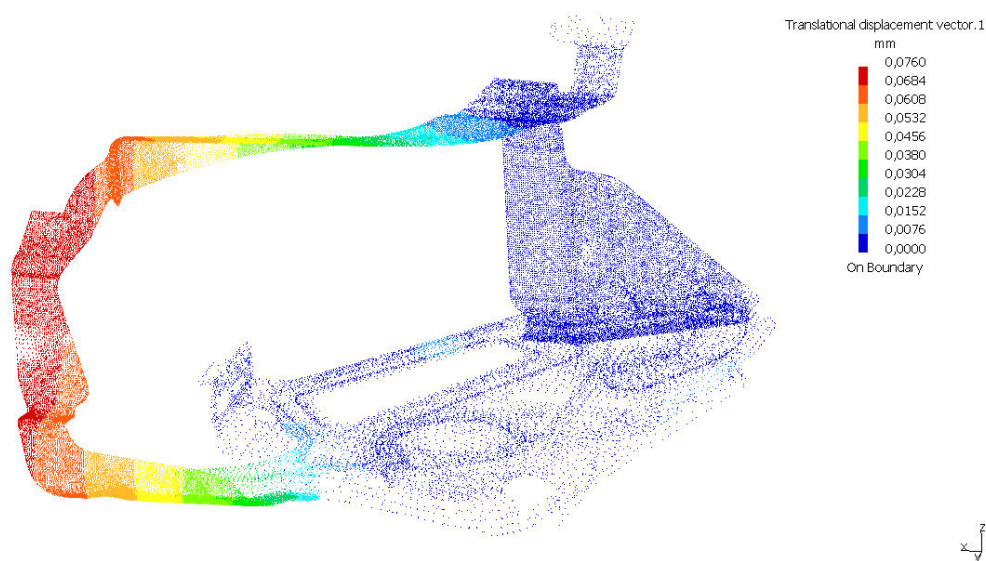
Po nadefinování všech podmínek a zatěžujících síly se spustil výpočet modelu. Zvolilo se statické zatížení (tj. zatížení bez rázů, pouze tíhou světlometu) a bez vlivu teplotního namáhání dílů. Výsledkem jsou získané hodnoty napětí („Von Mises stress“) a posunutí jednotlivých bodů držáku („Translational displacement“). Hodnoty napětí jsou uvedeny v N/m^2 (tj. v Pa) a posunutí v mm.

Maximální napětí se pohybuje kolem hodnoty 3,140 MPa a posunutí kolem 0,032 mm. Vyšší napětí se vyskytuje v oblastech s minimálním zaoblením prolisů, tj. v místech, kde hrozí případné „natržení“ součásti vlivem vysokého střídavého namáhání.

Při kontrole výsledků bylo možné, díky funkci „Precision“, narazit na malá místa na výpočtovém modelu držáku, kde se pohybovala, kvůli tvarové složitosti modelu, přesnost výpočtů kolem 65 %. Ke zjištění přesnějších výsledků bylo tedy nutné proměřit model znovu a podrobněji. Před opětovným výpočtem se provedlo zjemnění síťování modelu v kritických místech na 1,5 mm a spustila se analýza znovu. Výsledkem bylo získání hodnot s téměř 99 % přesností. Hodnoty napětí a posunutí podle očekávání vzrostly, ale nijak významně. Maximální napětí po přepočtu bylo 4,241 MPa a maximální posunutí bodů modelu se zvětšilo na 0,0760 mm.

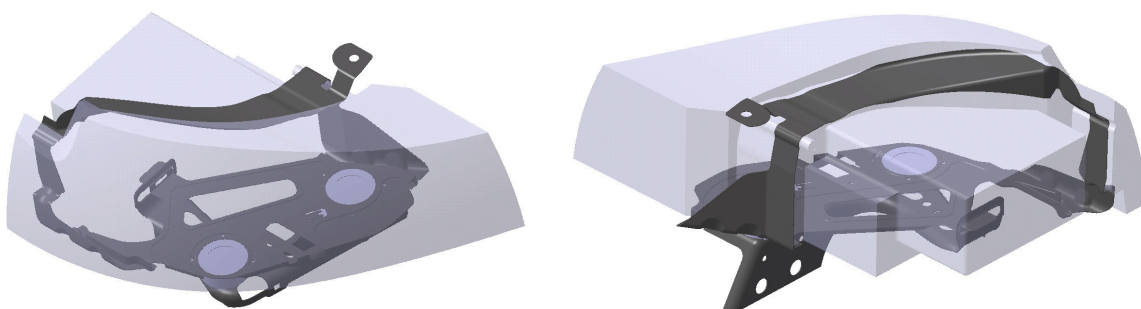


Obr. 63 Pevnostní analýza – napětí v držáku světlometu.

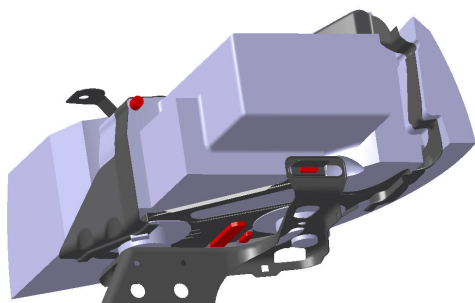


Obr. 64 Pevnostní analýza – deformace konstrukce držáku.

Za účelem dosažení reálnějších podmínek při výpočtu držáku se vytvořil jednoduchý výpočtový model tělesa světlometu (2,5 kg) a usadil se do držáku přesně tak, jak by se v praxi uvažovalo. V předchozí analýze byl držák zatížen pouze plošně rozloženou silou (na plochém dílu) odpovídající tíze světlometu. Jelikož je však držák světlometu koncipován tak, aby se dotýkal světlometu po celém jeho obvodu, bylo, díky vsazení světlometu do držáku, dosaženo mnohem lepších mechanických vlastností. Světlomet totiž přispěl k celkové tuhosti držáku.



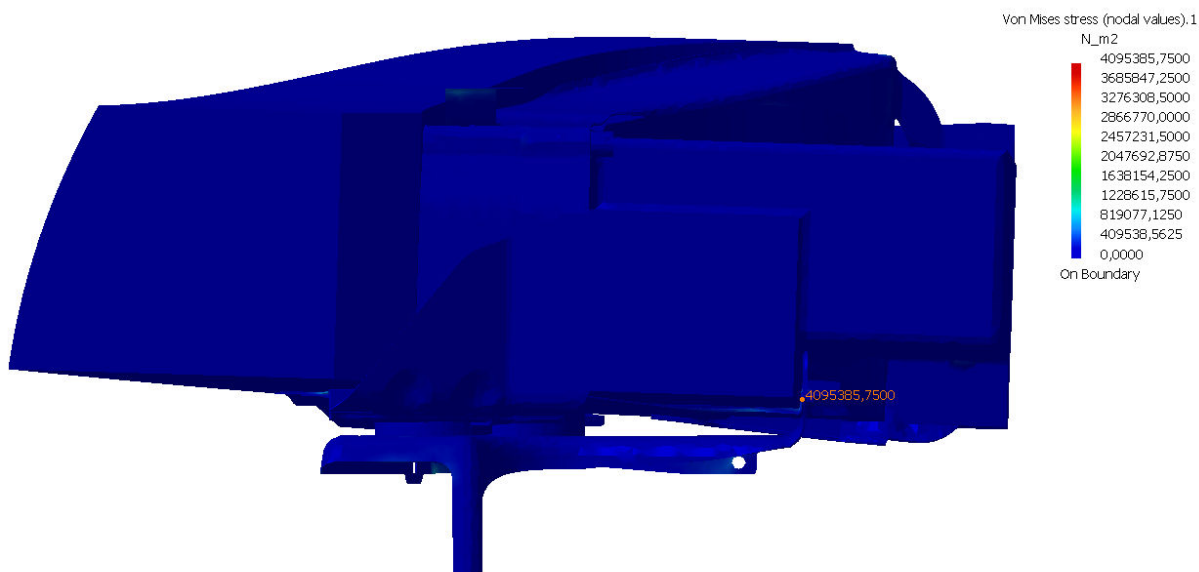
Obr. 65 Ukázka polohy modelu světlometu v konstrukci držáku.



Úchytné body světlometu. Kromě těchto bodů je světlomet také „sevřen“ držákem po celém svém obvodu.

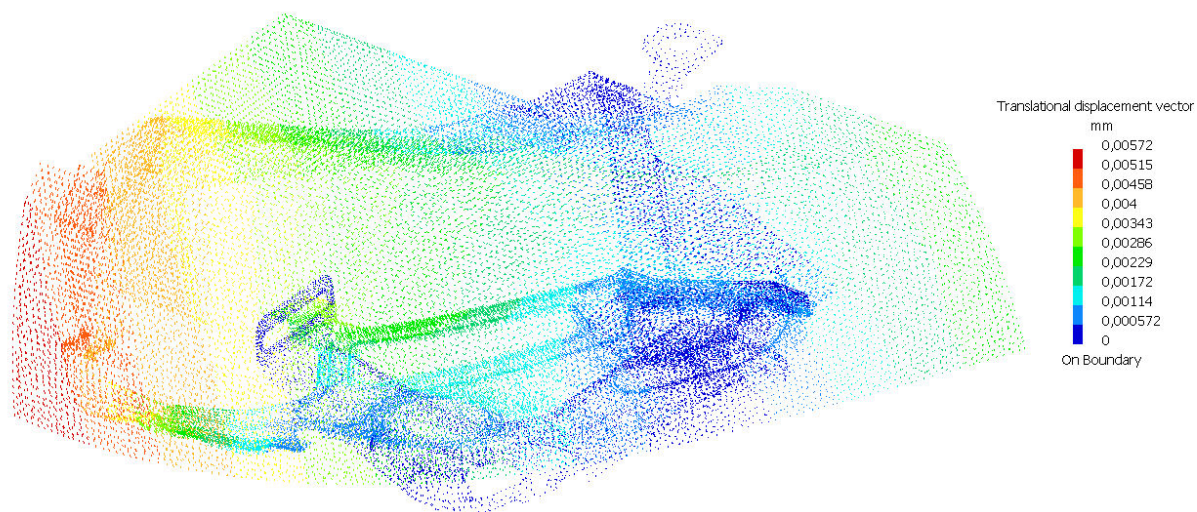
Obr. 66 Úchytné body světlometu.

Maximální napětí v držáku a celkové posunutí se oproti předchozímu výpočtu snížilo. Nové hodnoty jsou o cca jeden řád nižší. Maximální napětí se ovšem příliš nesnížilo. Kritickým místem zůstává i nadále zadní připojení tělesa světlometu k držáku. Důvodem je menší nosná plocha této části držáku a méně prolisů, které by díl zpevnily. Problém by vyřešila snadná úprava v podobě krátkého lemu v zadní části plochého dílu.



Obr. 67 Pevnostní analýza – maximální hodnota napětí.

Díky tomuto kritickému místu došlo i k jistému posunutí světlometu ve svislém směru. Jedná se však o tisíce milimetru.



Obr. 68 Pevnostní analýza – deformace držáku se světlometem.

Pro důkladnější analýzu navrženého držáku byly zvoleny další dva případy namáhání. Namáhání při prudkém brždění vozu a namáhání při zatáčení.

8.2.2 Statické zatížení držáku při prudkém brždění

Pro výpočet se volil případ, kdy automobil brzdí z rychlosti 100 km/h až do úplného zastavení.

Aby bylo možné provést výpočet, bylo nutné znát hodnoty zpomalení vozu při intenzivním brždění. Všechna potřebná data k výpočtu byla použita z testu Škody Fabia RS uvedeného na internetové adrese <http://clanky.katalog-automobilu.cz> (test vozu proběhl na suchém a čistém asfaltu).

Dáno:

počáteční rychlost vozu : 100 km/h = 27,78 m/s

brzdná dráha vozu : 36,97 m

doba brždění : 2,73 s

Při uvažování konstantního zpomalování lze postupovat následujícím způsobem:

$$a = \frac{v}{t}$$

a ...zpomalení vozu [m/s²]

$$a = \frac{27,78}{2,73} \frac{m}{s^2}$$

v ...rychlost vozu před bržděním [m/s]

t ...doba brždění [s]

$$a = 10,18 \frac{m}{s^2}$$

Na těleso světlometu pak působí setrvačná síla o velikosti 25,44 N.

Při brždění vozu byl uvažován i sklon karoserie vůči povrchu vozovky. Sklon vozu je dán tuhostí pružin, rozložením hmotnosti a dalšími neznámými. Pro naše výpočty je volba úhlu postačující způsob získání informací a nevyžaduje přesné měření. Byl zvolen sklon karoserie pod úhlem 15°.

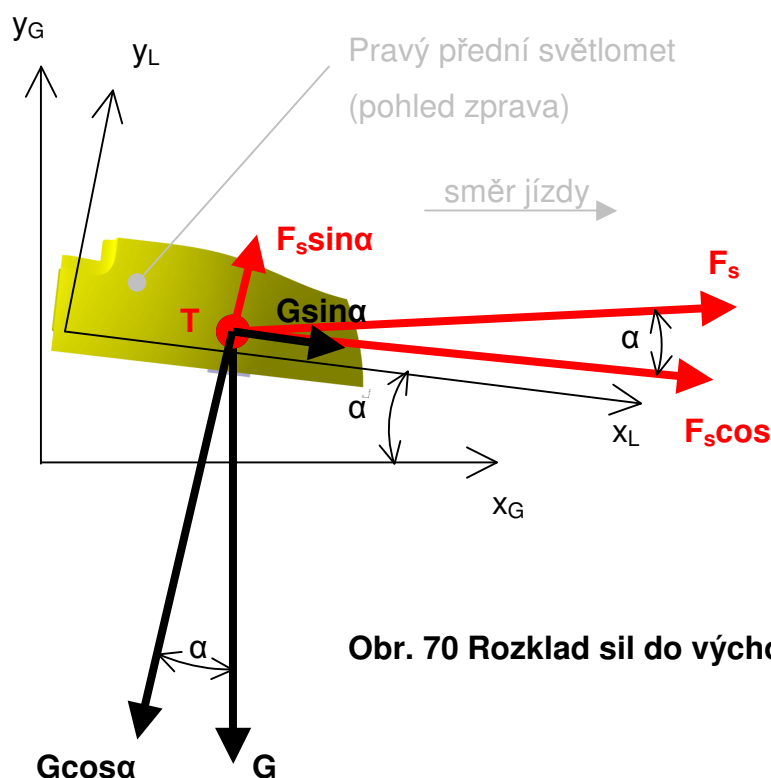


Obr. 69 Síly působící na světlomet při brždění.

F_s - setrvačná síla
 m - hmotnost světlometu
 a - vodorovné zrychlení světlometu
 T - těžiště světlometu
 G - tíhová síla
 g - gravitační zrychlení

$F_s = 25,44 \text{ N}$
 $m = 2,50 \text{ kg}$
 $a = 10,18 \text{ m/s}^2$
 $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

Pro nadefinování hodnot zpomalení při brždění bylo nutné zohlednit již zmíněný sklon 15° . V programu CATIA byly zvoleny výchozí souřadné osy podle vodorovné polohy vozu, proto bylo nutné rozložit síly zpomalení do souřadného systému pootočeného o 15° .



$$x_L: G \sin \alpha + F_s \cos \alpha = 0$$

$$y_L: G \cos \alpha - F_s \sin \alpha = 0$$

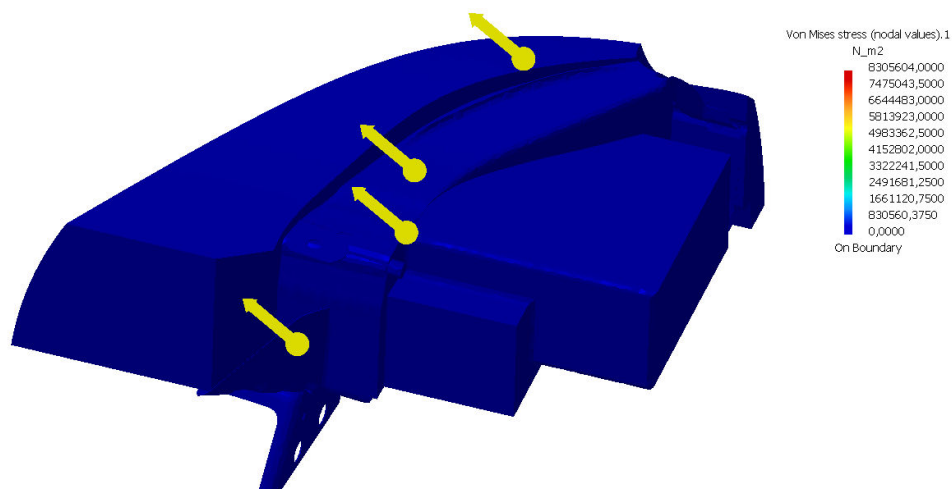
$$F_{sx} = 30,92 \text{ N}$$

$$F_{sy} = 17,11 \text{ N}$$

Obr. 70 Rozklad sil do výchozího souřadného systému.

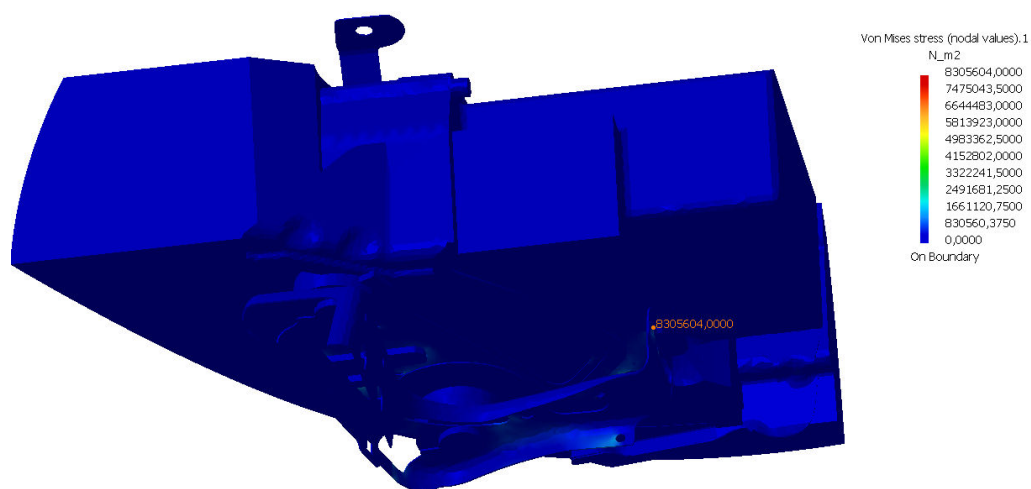
$a_x = 12,37 \text{ m/s}^2$...celkové zpomalení (tj. včetně tíhové složky) světlometu ve vodorovném směru

Žluté šipky znázorňují směr působení setrvačné síly



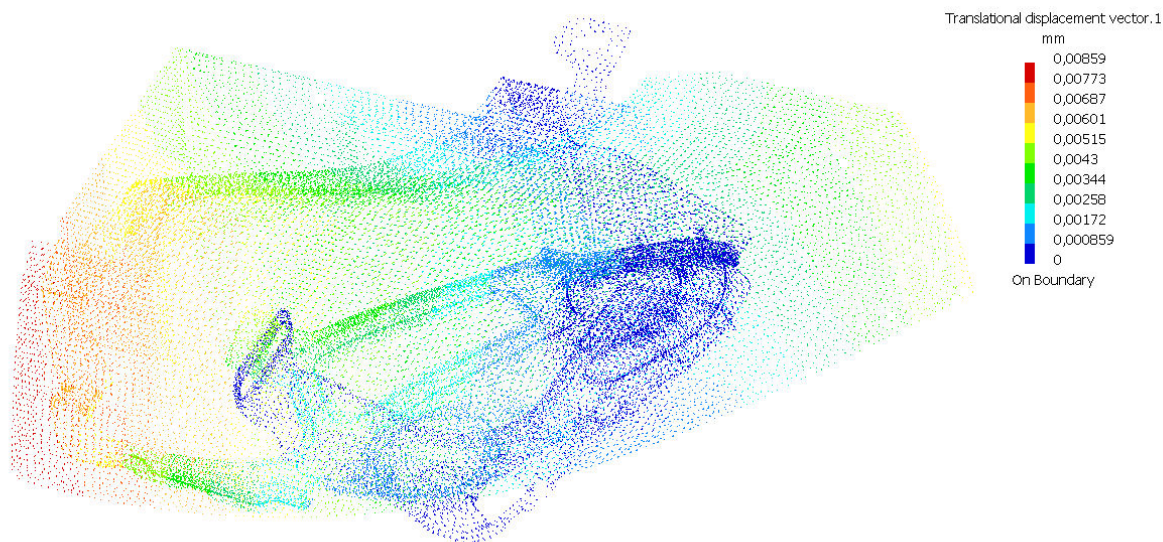
Obr. 71 Znáznornění působení výsledné odstředivé síly.

Maximální napětí se vyskytuje opět v zadní části držáku



Obr. 72 Pevnostní analýza – maximální hodnota napětí při brždění vozu.

Posunutí je největší v zadní části světlometu, neboť se zde vyskytuje pouze jedna pevná podpora. Posunutí je i přesto v řádech tisícín milimetru.



Obr. 73 Pevnostní analýza – deformace držáku při brždění vozu.

8.2.3 Statické zatížení držáku při ostrém zatáčení

Pro řešení byl zvolen případ projetí vozu (Škoda Fabia RS) zatáčkou o poloměru 75 m tvořenou povrchem se součinitelem adheze 0,8 přibližně odpovídající suchému asfaltu. Jako v předešlém případě bylo i zde nutné získat hodnotu setrvačné/odstředivé síly působící na těleso světlometu.

Dáno:

celková hmotnost vozu	:	1713 kg
poloměr zatáčky	:	75 m
součinitel adheze	:	0,8

Při uvažování průjezdu vozu zatáčkou konstantní rychlostí lze postupovat takto:

$$G = m \cdot g$$

$$G = 1713 \cdot 9,81 \text{ N}$$

$$G = 16804,53 \text{ N}$$

G ...tíhová síla [N]

m ...celková hmotnost vozu [kg]

g ...tíhové zrychlení [m/s^2]

$$F_t = u \cdot G$$

$$F_t = 0,8 \cdot 16804,53 \text{ N}$$

$$F_t = 13443,62 \text{ N}$$

$$F_o = \frac{m \cdot v^2}{r}$$

$$F_o = \frac{1713 \cdot v^2}{75}$$

$$F_o = 22,84 \cdot v^2$$

$$F_t = F_o$$

$$13443,62 = 22,84 \cdot v^2$$

$$v = \sqrt{\frac{13443,62}{22,84} \frac{\text{m}}{\text{s}}}$$

$$v = 24,26 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v = 87,34 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

Byla určena maximální možná rychlost vozu pro jízdu danou zatáčkou bez ztráty kontroly nad řízením. Poté bylo možné určit hledané zrychlení světlometu z rovnice pro odstředivou sílu.

$$F_o = m \cdot a = m \cdot \frac{v^2}{r}$$

$$a = \frac{v^2}{r}$$

$$a = \frac{24,26}{75} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$a = 7,85 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Pro „ostrý“ průjezd zatáčkou bylo zvoleno naklonění vozu 20°. I zde je tento úhel dán charakteristikou pružin, výškou vozu a dalšími neznámými. Pro náš výpočet je volba úhlu o velikosti 20° postačující.

F_t ...třecí síla [N]

u ...součinitel adheze [-]

F_o ...odstředivá síla [N]

v ...rychlost pohybu [m/s]

r ...poloměr zatáčení [m]



Obr. 74 Síly působící na světlomet při zatáčení.

F_o - odstředivá síla

m - hmotnost světlometu

a - vodorovné zrychlení světlometu

T - těžiště světlometu

G - tíhová síla

g - gravitační zrychlení

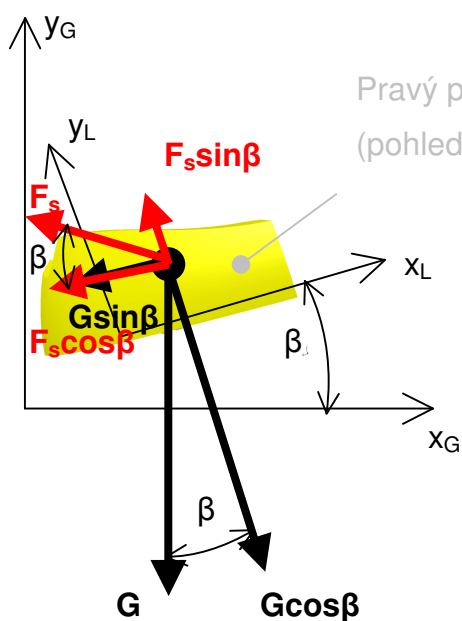
$$F_o = 19,62 \text{ N}$$

$$m = 2,50 \text{ kg}$$

$$a = 7,85 \text{ m/s}^2$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

Po přepočtu do souřadného systému pootočeného o 20° od svislé osy světlometu vychází zrychlení ve vodorovném a svislém směru následovně:



Pravý přední světlomet
(pohled zředu)

$$x_L: F_o \cos \beta - G \sin \beta = 0$$

$$y_L: F_o \sin \beta - G \cos \beta = 0$$

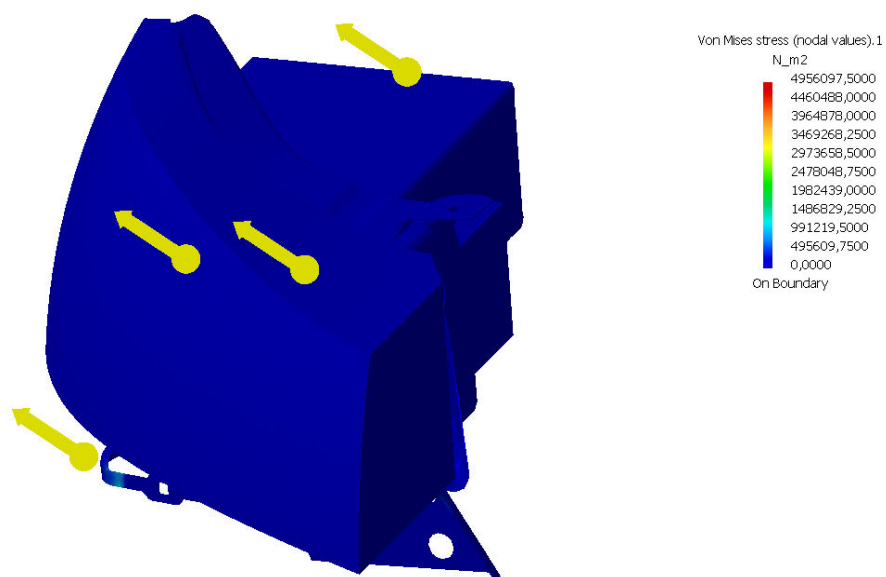
$$F_{ox} = 26,82 \text{ N}$$

$$F_{oy} = 16,34 \text{ N}$$

Obr. 75 Rozklad sil do výchozího souřadného systému.

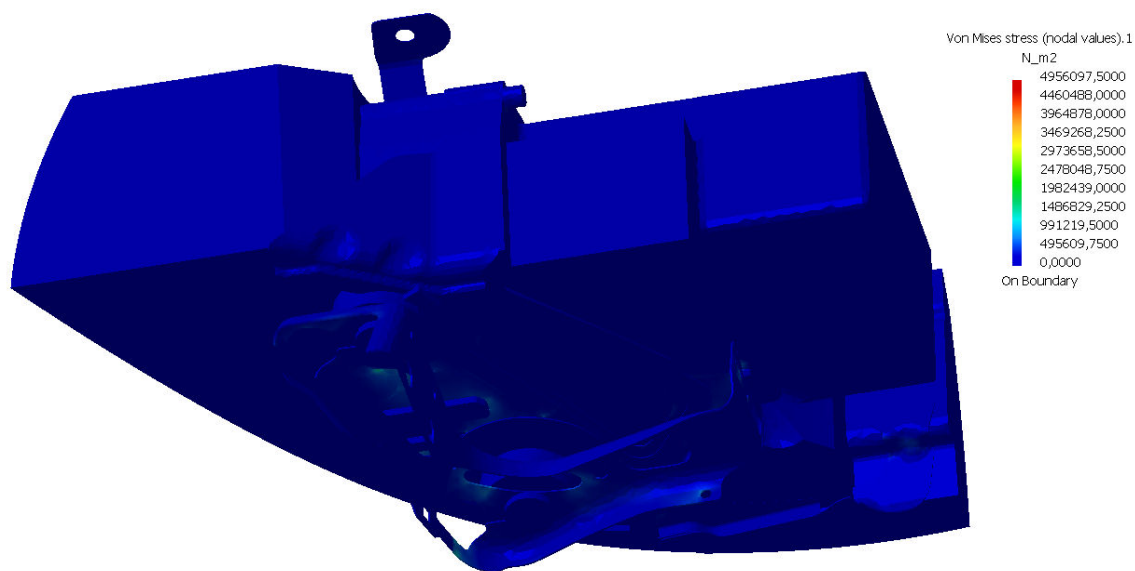
$a_x = 10,73 \text{ m/s}^2$...celkové zrychlení (tj. včetně tíhové složky) světlometu ve vodorovném směru

Žluté šipky znázorňují směr působení odstředivé síly.



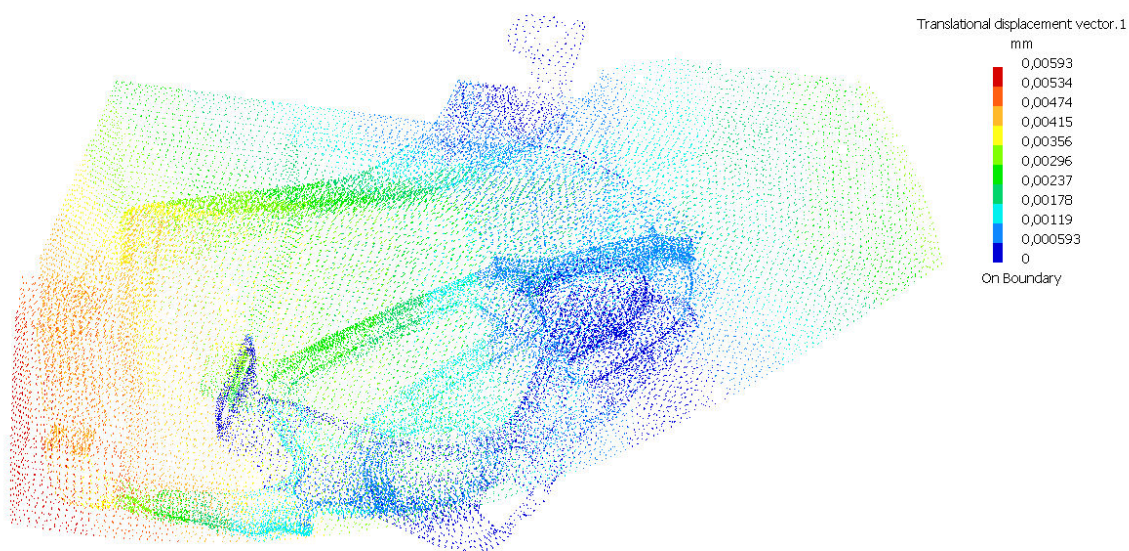
Obr. 76 Znáznornění působení výsledné odstředivé síly.

Maximální napětí se opět nachází v zadní části držáku, jako v předchozích případech.



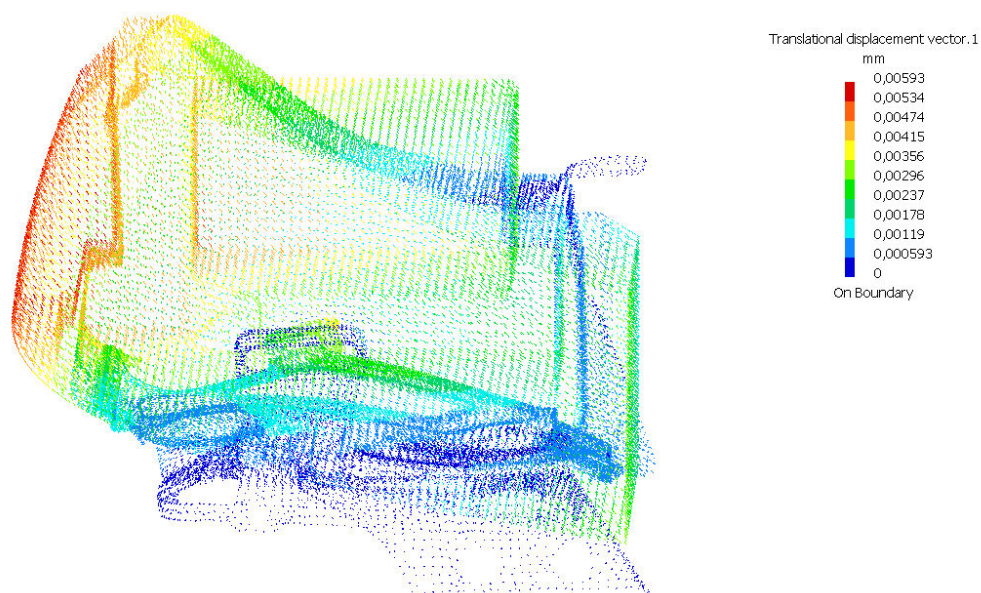
Obr. 77 Pevnostní analýza – maximální hodnota napětí při zatáčení vozu.

Maximální posunutí se vyskytuje v zadní části držáku.



Obr. 78 Pevnostní analýza – deformace držáku při zatáčení vozu.

Pohled z předu.



Obr. 79 Pevnostní analýza – deformace držáku při zatáčení vozu vozu.

8.2.4 Vlastní frekvence držáku tělesa světlometu

Jednou ze základních dynamických charakteristik konstrukcí jsou vlastní frekvence a tvary kmitů. Ze znalosti vlastních frekvencí a tvarů kmitu lze usuzovat, jak je konstrukce citlivá na dynamické zatížení dané frekvence. Nejčastěji jsou vlastní frekvence zjišťovány pomocí numerických simulací, tzv. modální analýzy.

Frekvenční analýza se provedla opět pomocí SW CATIA V5 v modulu „Free Frequency Analysis“. Vlastní frekvence se nejprve proměřily u dílu dotýkajícího se pouze tělesa světlometu a poté i u celého držáku světlometu. Před výpočtem se opět zvolilo velmi jemné síťování 5 mm pro přesnější výsledky. Poté se provedla frekvenční analýza pomocí metody iterace podprostoru („Iterative subspace“) a následně Lanczosovou metodou. Získané hodnoty vlastních frekvencí se lišily v řádech desítek tisíc Herzů. Níže uvedené vlastní frekvence byly získány Lanczosovou iterační metodou.

Vlastní frekvence Ω [Hz]

(díl dotýkající se světlometu)



0
0,001
0,001
0,002
0,003
0,004
118,482
135,667
157,129
204,722
246,083
322,869
409,153
462,31
500,166

Vlastní frekvence Ω [Hz]

(celý držák světlometu)



0
0
0
0
0
0
0
0
0
2,193e-004
4,027e-004
6,057e-004
8,052e-004
0,001
0,001

Dále bylo možné získat koeficienty významnosti jednotlivých směrů pro lepší posouzení citlivosti dílu na dynamické zatížení daných frekvencí (hodnoty pro díl s dotykem po obvodu tělesa světlometu – Lanczosova iterační metoda):

Mode	Frequency Hz	Tx (%)	Ty (%)	Tz (%)	Rx (%)	Ry (%)	Rz (%)
1	0.0000e+000	1.55	0.93	28.22	0.00	1.22	0.05
2	7.8083e-004	46.33	2.64	12.75	0.51	0.08	0.46
3	1.3831e-003	23.84	17.19	8.00	1.40	0.07	0.01
4	2.1460e-003	24.97	58.79	0.23	0.01	0.01	0.36
5	3.0469e-003	0.10	0.45	50.63	0.76	1.12	0.01
6	3.2915e-003	3.21	20.00	0.17	0.34	0.00	1.80
7	1.1848e+002	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	1.3567e+002	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	1.5713e+002	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	2.0472e+002	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	2.4608e+002	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	3.2287e+002	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	4.0915e+002	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14	4.6231e+002	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	5.0017e+002	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16	6.1110e+002	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Total	100.00	100.00	100.00	3.01	2.50	2.69

Tab. 1 Koeficienty významnosti jednotlivých směrů.

Hodnoty Tx, Ty a Tz popisují kmity v příslušných souřadných osách, hodnoty Rx, Ry a Rz vyjadřují kmity s rotací kolem daných os.

8.3 Metoda konečných prvků (FEM) - závěr

Díky modulům, které SW CATIA V5 obsahuje, bylo možné získat hodnoty napětí a posunutí a zjistit vlastní frekvence držáku světlometu. Vlastnosti modelu byly spočítány pro zjednodušené pracovní podmínky, tj. pro statické zatížení bez teplotního namáhání dílu (pokud bychom uvažovaly dynamické namáhání držáku světlometu, mohli bychom počítat se zvýšením maximálních hodnot napětí přibližně na trojnásobek. Záleželo by na způsobu a velikosti namáhání).

Pomocí iteračních metod bylo možné výpočty zpřesnit, přesto ale získané hodnoty slouží pouze jako informativní. Výsledky řešení (pomocí metody konečných prvků) slouží především k rychlé analýze (a případné následné úpravě konstrukce) modelu před samotným měřením dílu např. pomocí měřicích čidel apod. Následné proměřování pomocí různých měřidel však bývá drahé a časově i technicky náročné. Vyhodnocení dílu pomocí SW CATIA V5 je však pro nás postačující a získané hodnoty tak lze akceptovat.

Maximální napětí působící v držáku vyvolané tíhou světlometu je 4,0954 MPa a maximální posunutí je 0,00572 mm.

Při brzdění dojde k nárůstu napětí v držáku téměř na dvojnásobek, tj. na 8,3056 MPa. Posunutí vzroste jen nepatrně, a to na hodnotu 0,00859 mm.

Při zvoleném poloměru zatáčení 75 m se v držáku světlometu vyskytuje maximální napětí 4,9561 MPa a maximální posunutí činí 0,00593 mm, což jsou hodnoty téměř shodné s daty u vozu v klidové poloze.

Získané hodnoty jsou srovnatelné s reálnými daty daného zaměření v technické praxi. Dosažené parametry držáku by bylo možné ještě zlepšit drobnými úpravami v konstrukci držáku a zvýšit tak tuhost celé soustavy. Veškeré grafické výstupy z pevnostní analýzy držáku je možné najít v příloze.

9 Závěr

Vývoj, kterým prošly za dobu své existence automobily, je značný. V jejich konstrukci se objevují nové materiály, důmyslnější řešení a nové koncepce. Vývojáři spolu s konstruktéry a technologiemi hledají cesty, kde a jak uspořít materiál či použít jiná technická řešení při zachování (nebo dokonce vylepšení) současných parametrů. I v konstrukci uchycení světlometů je vývoj takto intenzivní. Je to způsobeno obrovským pokrokem, kterého za tuto dobu světelná technika dosáhla. S tím jsou spojeny zvýšené nároky, ať už na zástavbový prostor či odolnost proti vibracím, tak i na bezproblémovou montáž a demontáž světlometu. Z vnějšku vozu se pak celá konstrukce podřizuje designu. Přesné slícování, rovnoměrné spáry, hladké spoje. To vše je známkou vysoké kvality zpracování vozu. Právě tyto maličkosti mohou v konečné fázi rozhodnout o tom, zda si zákazník automobil pořídí či nikoli. Proto automobilky ve zdokonalování svých výrobků tak dbají na detaily, spěchají s vývojem a předhánějí se.

I navržený držák s vestavěnými stavitelnými členy, který splňuje zadání ve všech bodech a pro použití v praxi vyhovuje, je možné dále zdokonalovat. Je zde stále prostor pro nové nápady a případné změny. Pro svou funkci však zcela vyhovuje a poskytuje i výhodné vlastnosti navíc – polohovatelnost s ohledem na vnější design, vyšší odolnost proti vibracím, snadná montáž a demontáž světlometu i samotného držáku a zaručená recyklovatelnost použitých dílů v uchycení.

Tento držák svou tuhostí také významně napomáhá k dosažení vyššího zpevnění v přední části karoserie a s tím spojenou i bezpečnost posádky vozu. Navržený díl tak vyhovuje i z hlediska bezpečnosti, na které se v dnešním automobilovém světě velice dbá, a proto by se případné změny, v konstrukci držáku či materiálu dílů, týkaly spíše drobnějších úprav, aby se tuhost soustavy uchycení zachovala.

V této bakalářské práci byla přiblížena problematika návrhu uchycení tělesa světlometu a naznačeny možné cesty jiných řešení. Celkem bylo navrženo sedm koncepčních návrhů držáků, ze kterých po konzultacích byla, díky svým výhodným vlastnostem, zvolena varianta s uchycením po obvodu tělesa světlometu.

K ověření zmíněných parametrů držáku světlometu byla provedena pevnostní analýza, díky které bylo možné lépe vyhodnotit namáhání konstrukce držáku. Z provedené analýzy vyplynulo, že držák splňuje všechny požadavky na tuhost, a to

v případě tvrdého brždění vozu i jeho prudkého zatáčení. Konečná podoba navrženého držáku světlometu by tak mohla být použita v konstrukci nového osobního automobilu.

Seznam použité literatury

1. Podklady firmy Aufeer Design s.r.o., Mladá Boleslav
2. Schwarz, J.: Automobily Škoda Octavia II, Praha: Grada 2006, ISBN 80-2471-141-9
3. Schwarz, J.: Automobily Škoda Fabia II, Praha: Grada 2008, ISBN 80-2472-155-4
4. Miler, O.: FEM Analysis, T-Systems Czech Republic, 2009.

Zdroje obrázků

obr. 1 - obr. 10

<http://www.aufeerdesign.cz/>

obr. 11

<http://www.allproducts.com/traffic/euroda/Product-200865154354-l.jpg>

obr. 12

<https://factoryfiveparts.com/product.php?productid=16296&cat=0&page=1>

obr. 13

<http://www.2carpros.com/>

obr. 14

http://eel.st.usm.edu/~jmneal/tiburon/hid_mtg_diagram_orig.jpg

obr. 15

http://www.e-owned.com/albums/userpics/10035/normal_101_1387.jpg

obr. 17 - obr. 20 a obr. 31, 69, 74

<http://www.skoda-auto.cz>

obr. 46

<http://www.carbodydesign.com/gallery/2008/12/02-audi-light-design/6/>

Přílohy

Příloha 1. Držák tělesa světlometu.

Příloha 2. Držák tělesa světlometu – pohledy.

Příloha 3. Pohled na spodní část světlometu.

Příloha 4. Výpočtový model držáku světlometu.

Příloha 5. Deformace držáku světlometu.

Příloha 6. Napětí v konstrukci držáku světlometu.

Příloha 7. Znázornění polohy modelu světlometu v držáku.

Příloha 8. Znázornění polohy modelu světlometu v držáku. Pohled zepředu a zezadu.

Příloha 9. Deformace držáku s modelem světlometu.

Příloha 10. Deformace držáku s modelem světlometu – pohled shora.

Příloha 11. Napětí v konstrukci držáku s modelem světlometu.

Příloha 12. Maximální hodnota napětí v držáku s modelem světlometu.

Příloha 13. Deformace držáku při brždění vozu.

Příloha 14. Deformace držáku při brždění vozu – pohled zepředu.

Příloha 15. Znázornění působení odstředivé síly při brždění vozu.

Příloha 16. Maximální hodnota napětí v držáku při brždění vozu.

Příloha 17. Deformace držáku při zatáčení vozu.

Příloha 18. Deformace držáku při zatáčení – pohled zepředu.

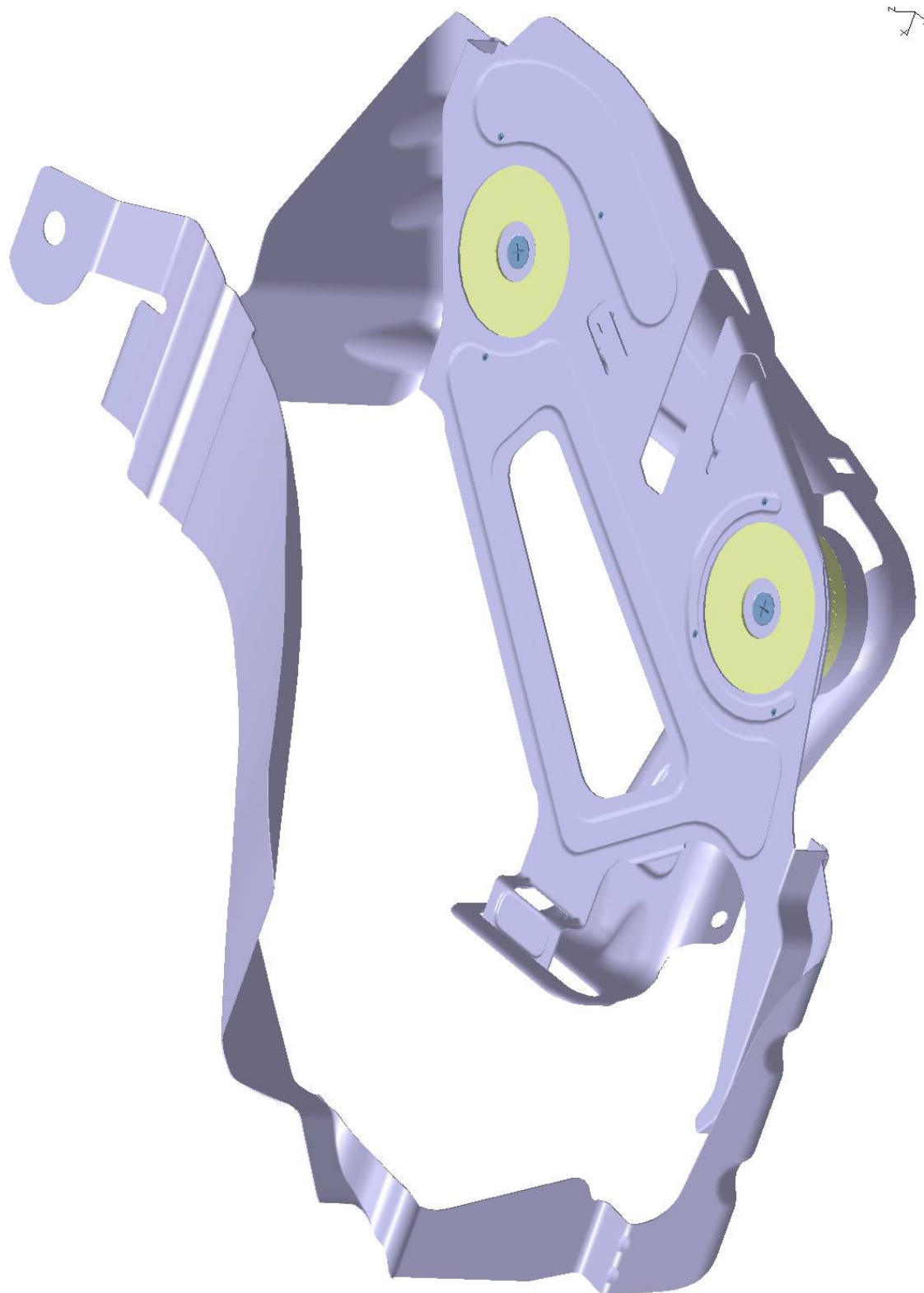
Příloha 19. Znázorněné působení odstředivé síly při zatáčení vozu.

Příloha 20. Výkres sestavy držáku světlometu.

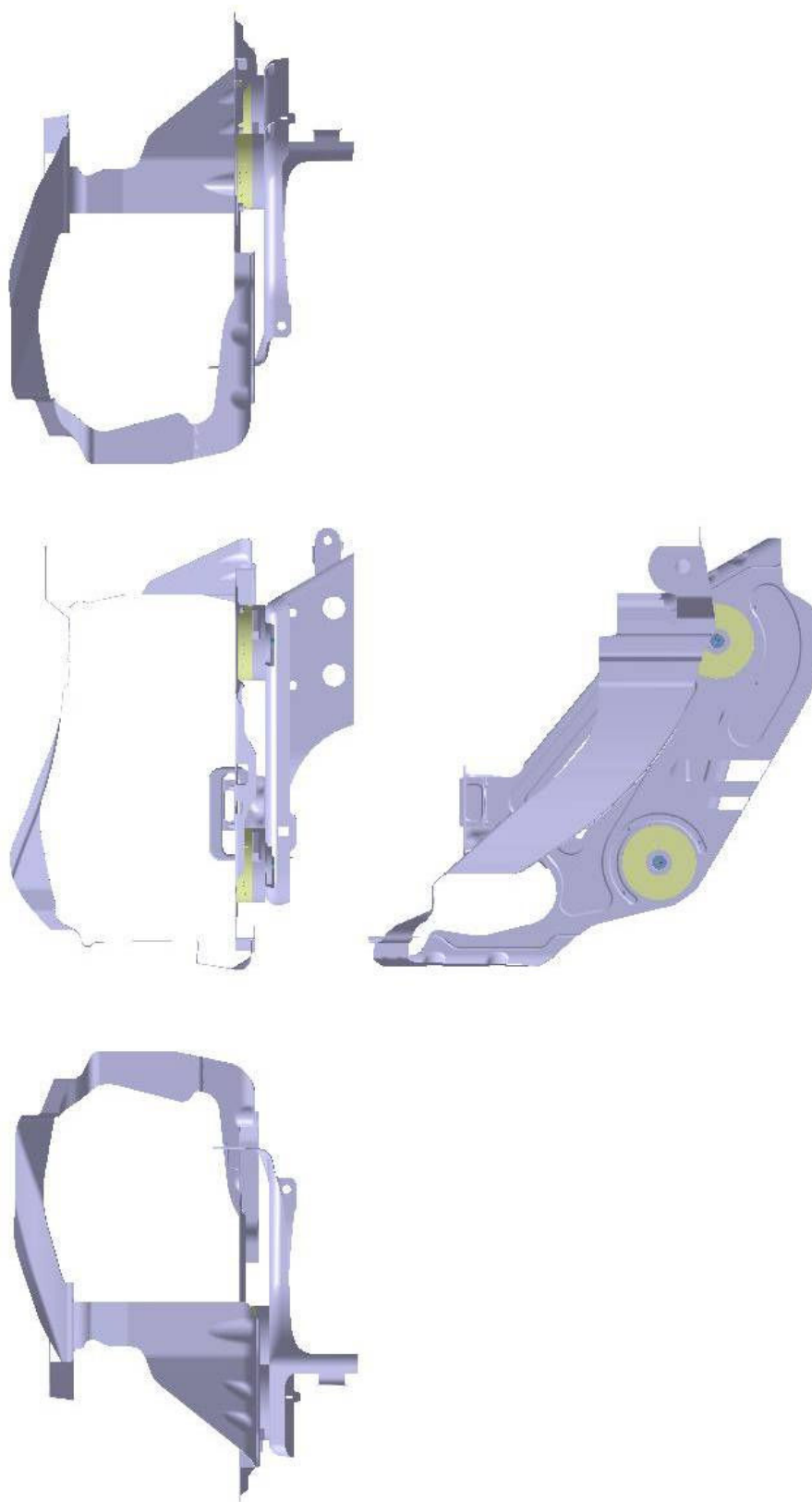
Struktura CD

- Elektronická verze BP
- Detaily držáku světlometu
- Výkres sestavy (cat.drawing)

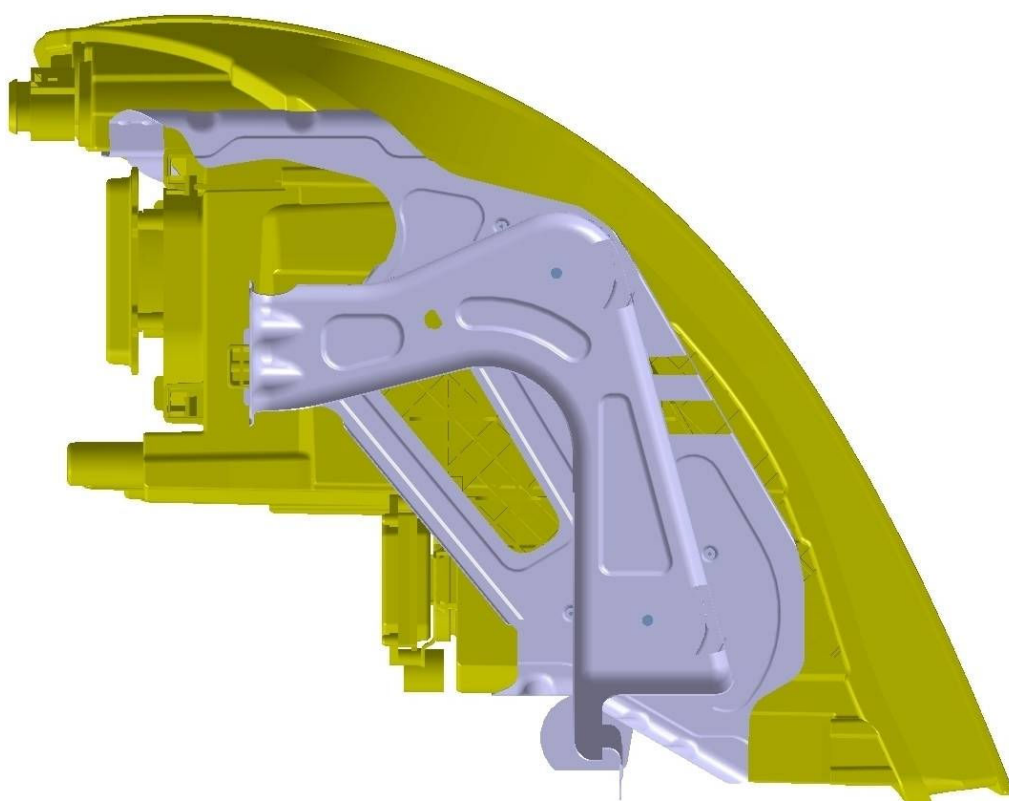
Příloha 1. Držák tělesa světlometu.



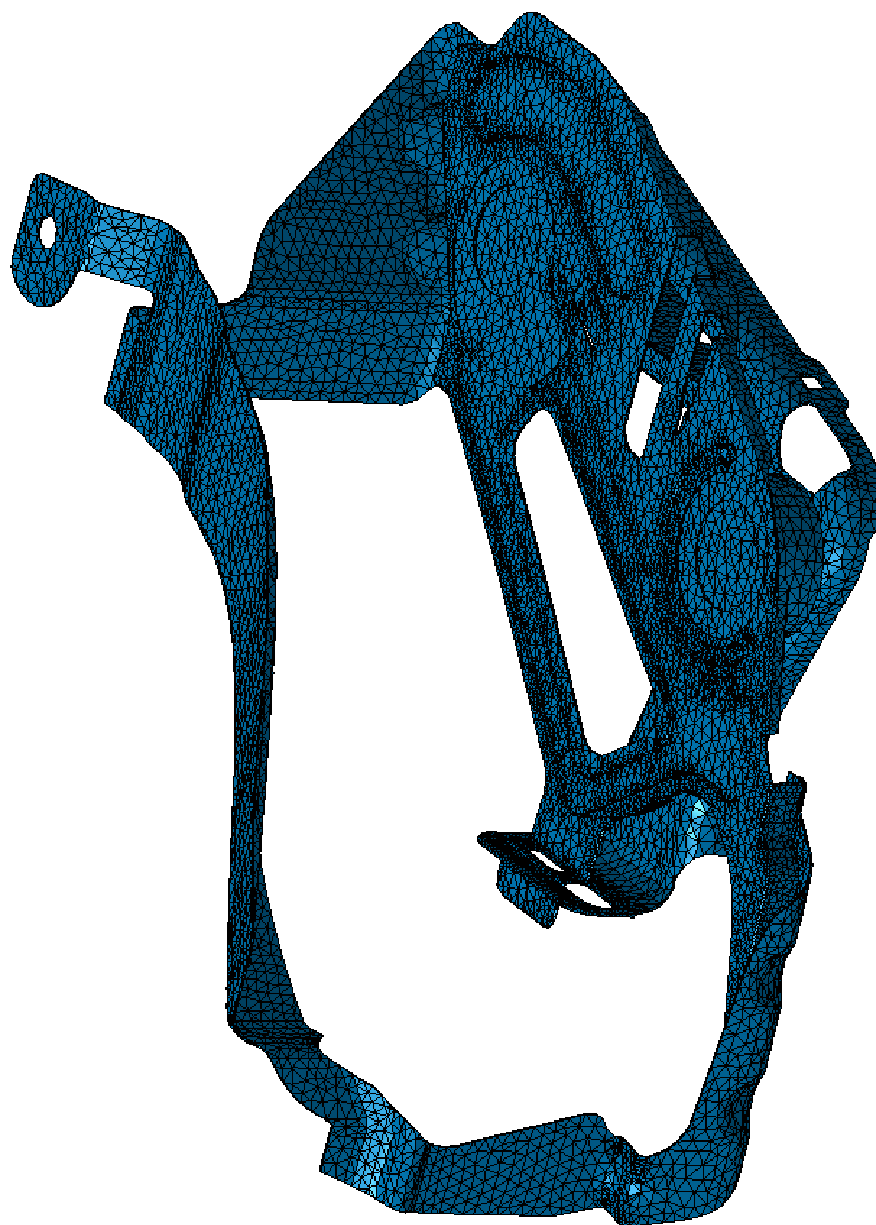
Příloha 2. Držák tělesa světlometu – pohledy.



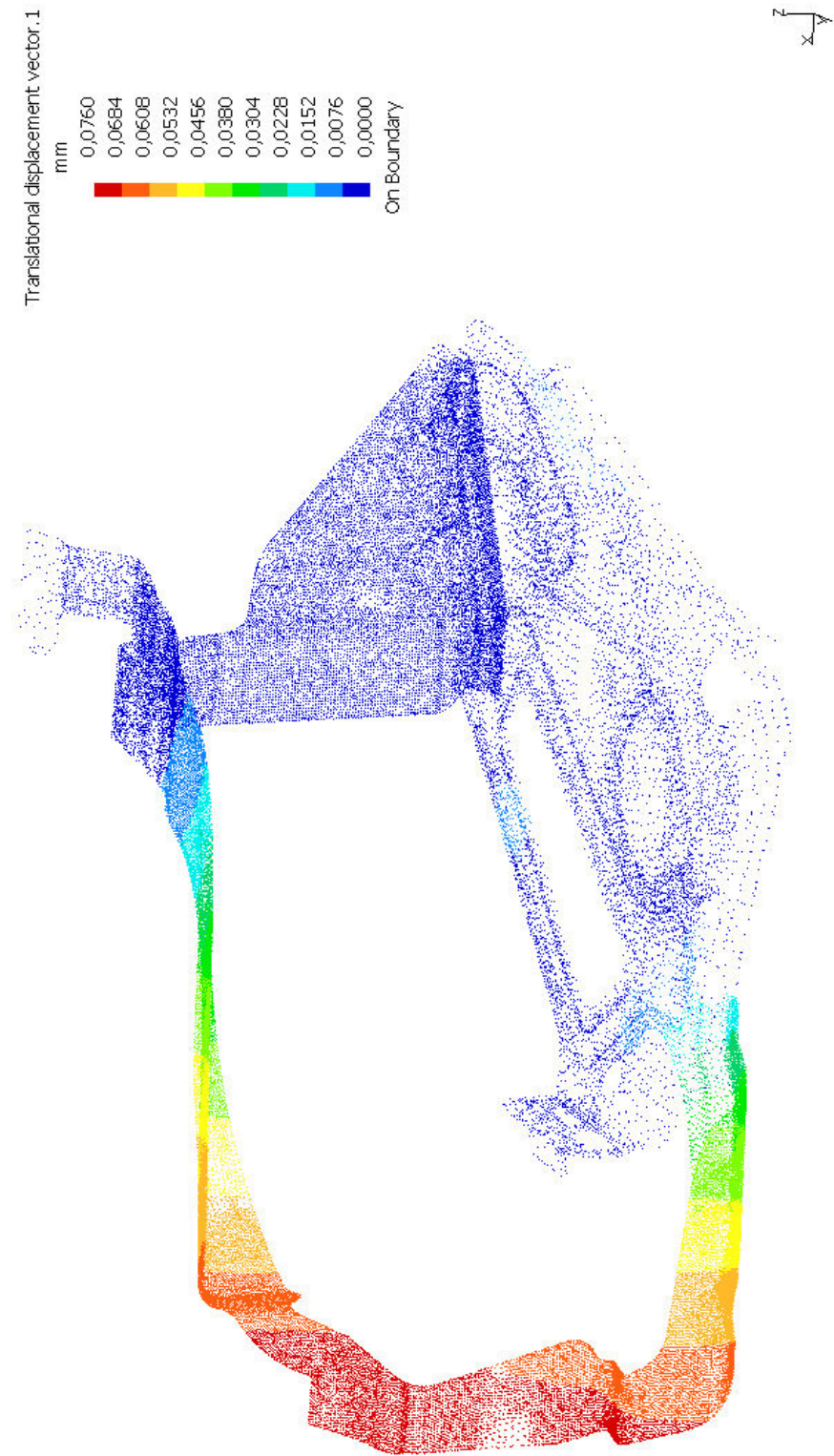
Příloha 3. Pohled na spodní část světlometu.



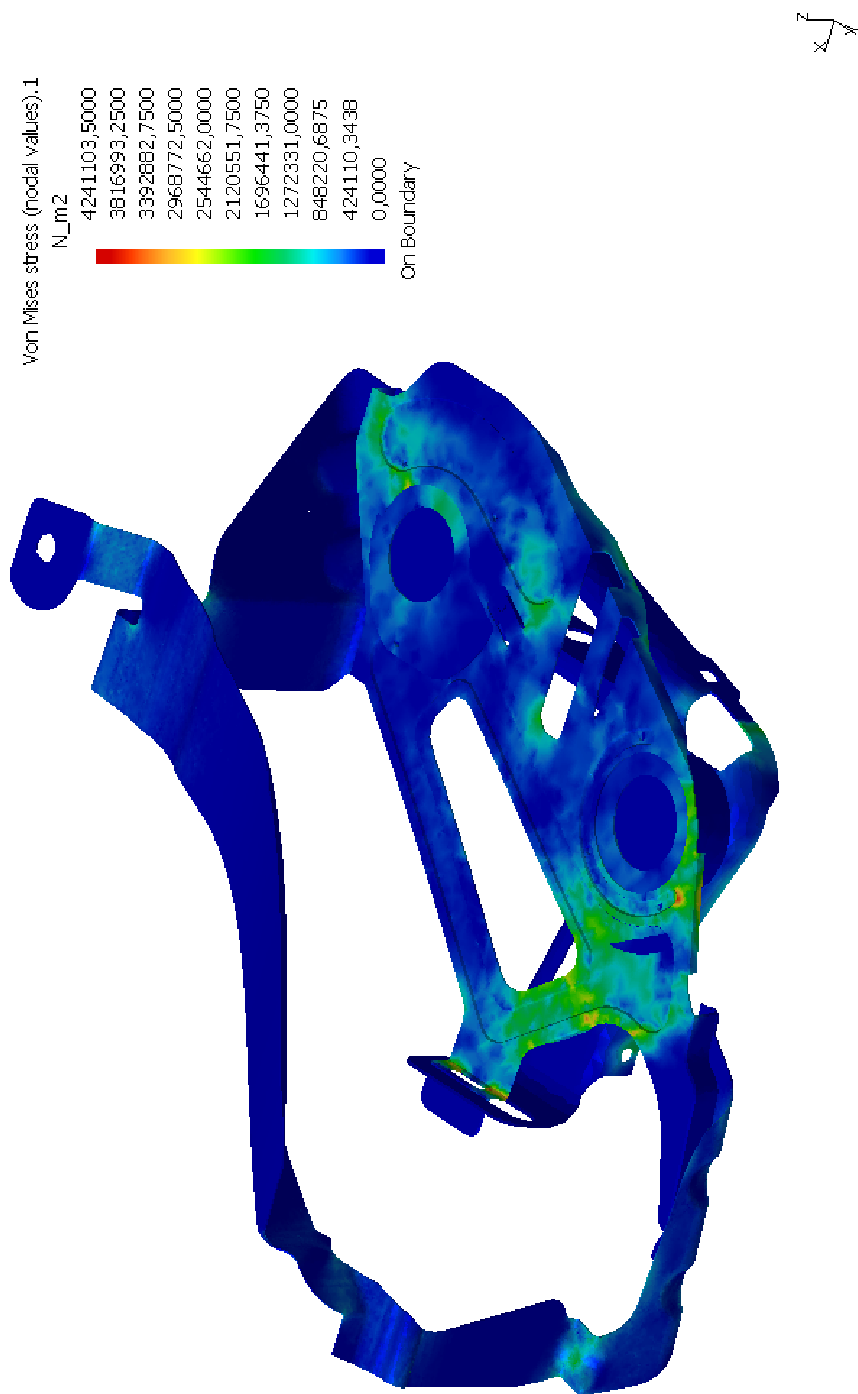
Příloha 4. Výpočtový model držáku světlometu.



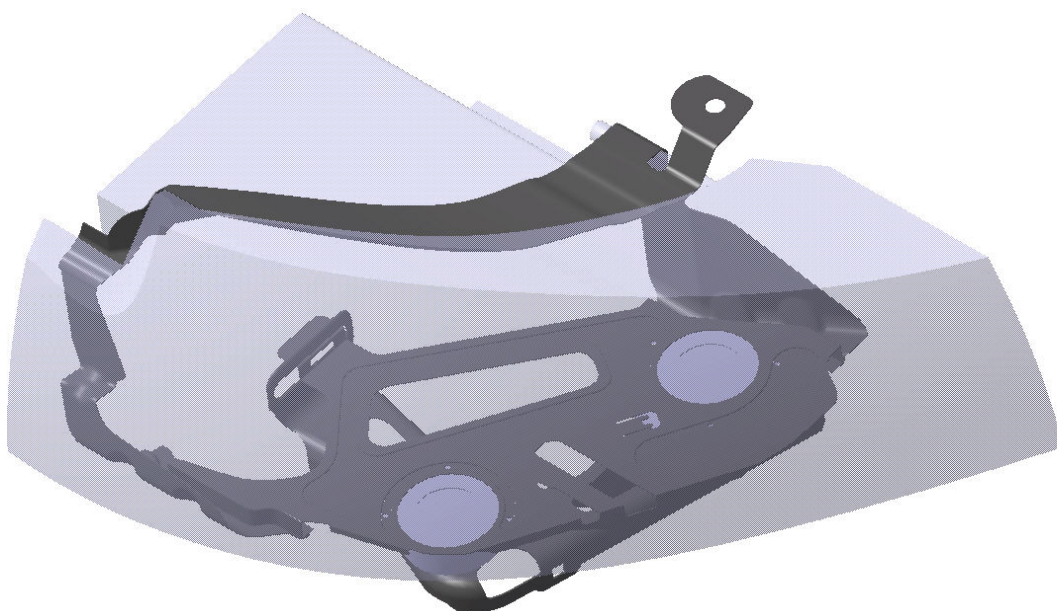
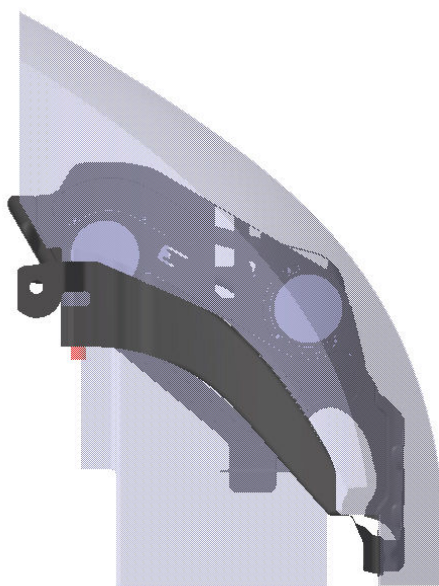
Příloha 5. Deformace držáku světlometu.



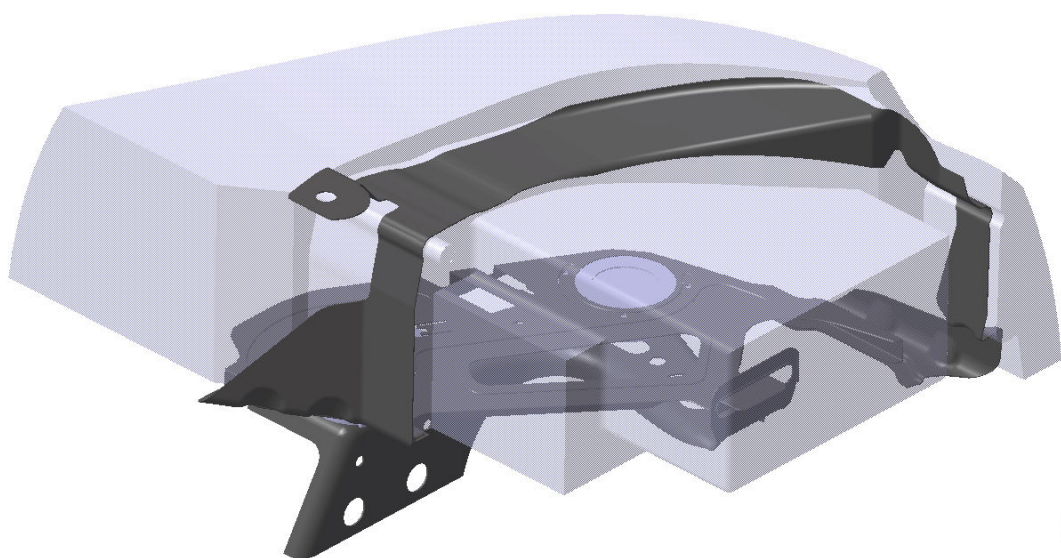
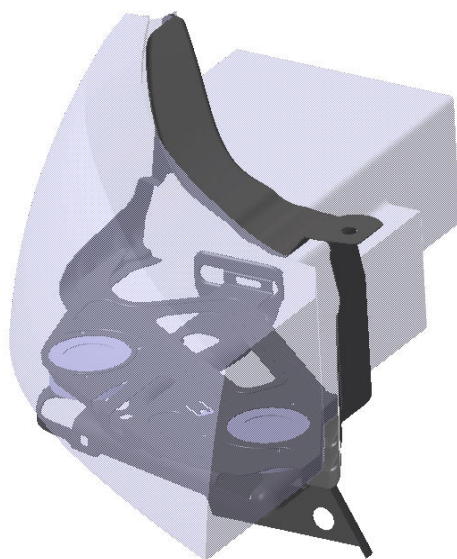
Příloha 6. Napětí v konstrukci držáku světlometu.



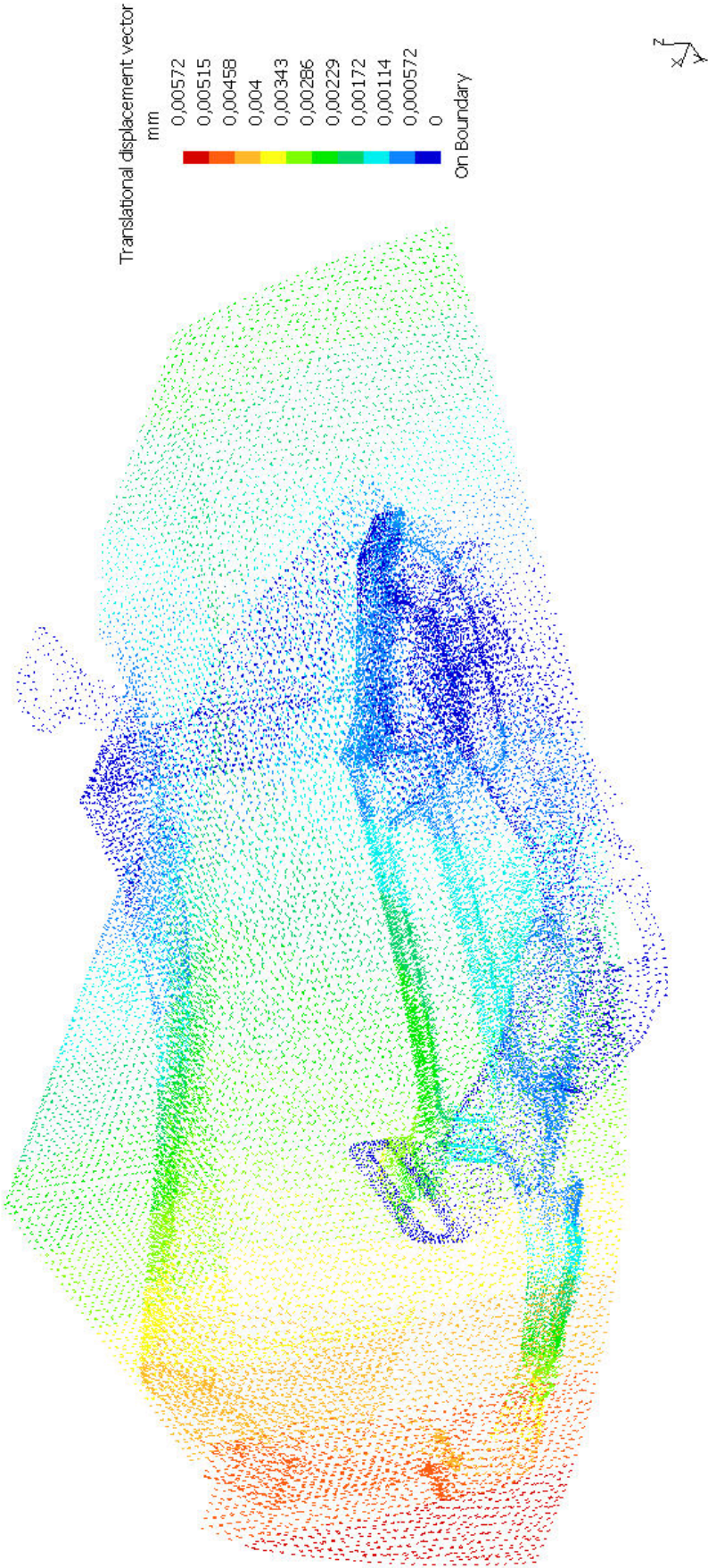
Příloha 7. Znázornění polohy modelu světlometu v držáku.



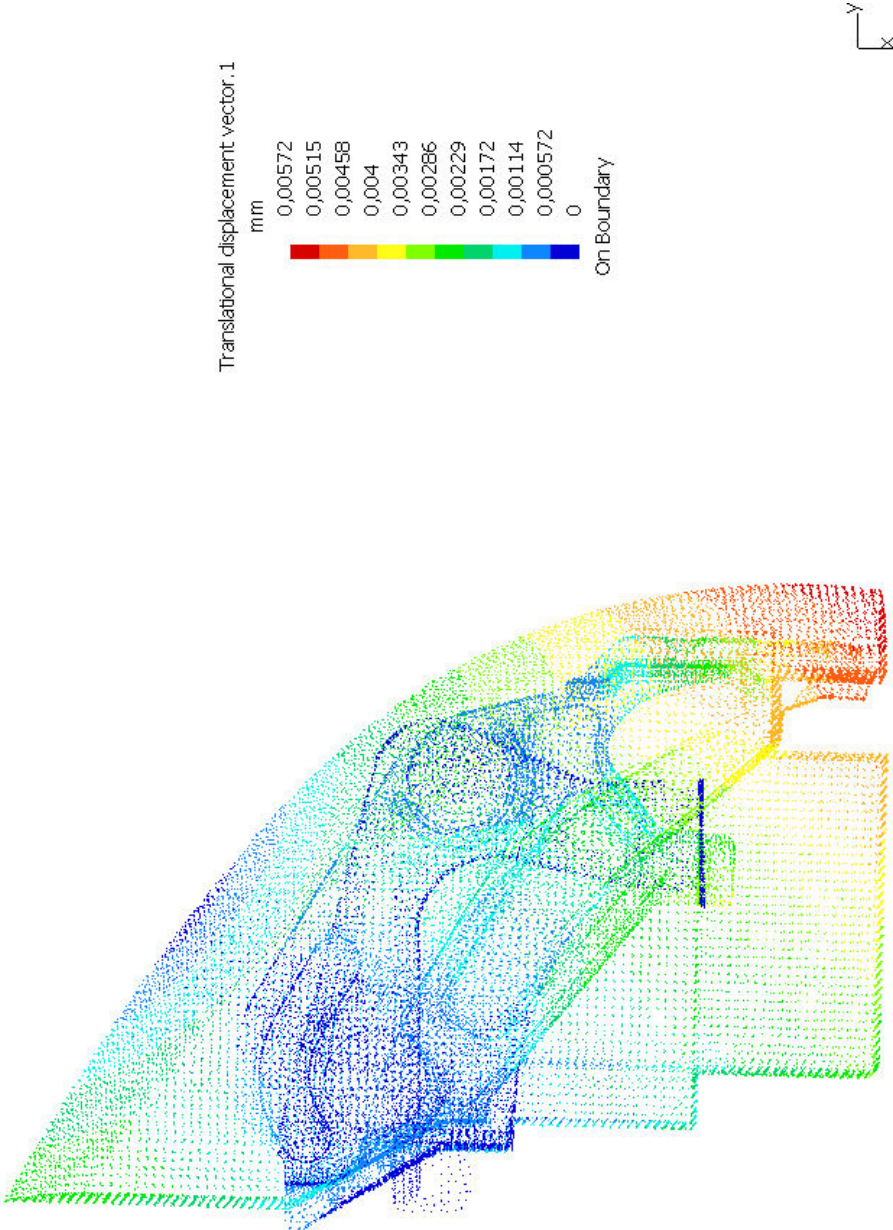
Příloha 8. Znázornění polohy modelu světlometu v držáku. Pohled zepředu a zezadu.



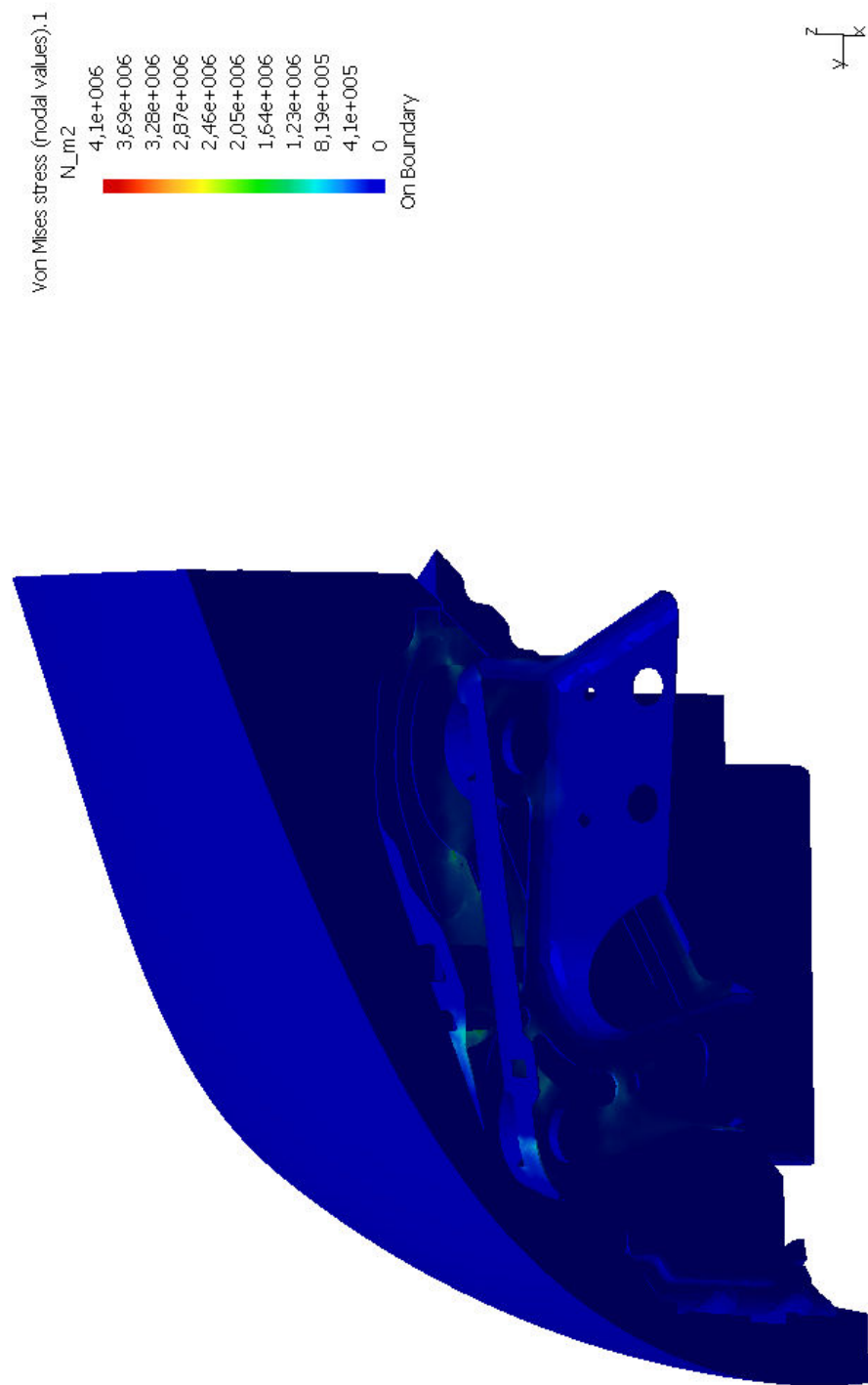
Příloha 9. Deformace držáku s modelem světlometu.



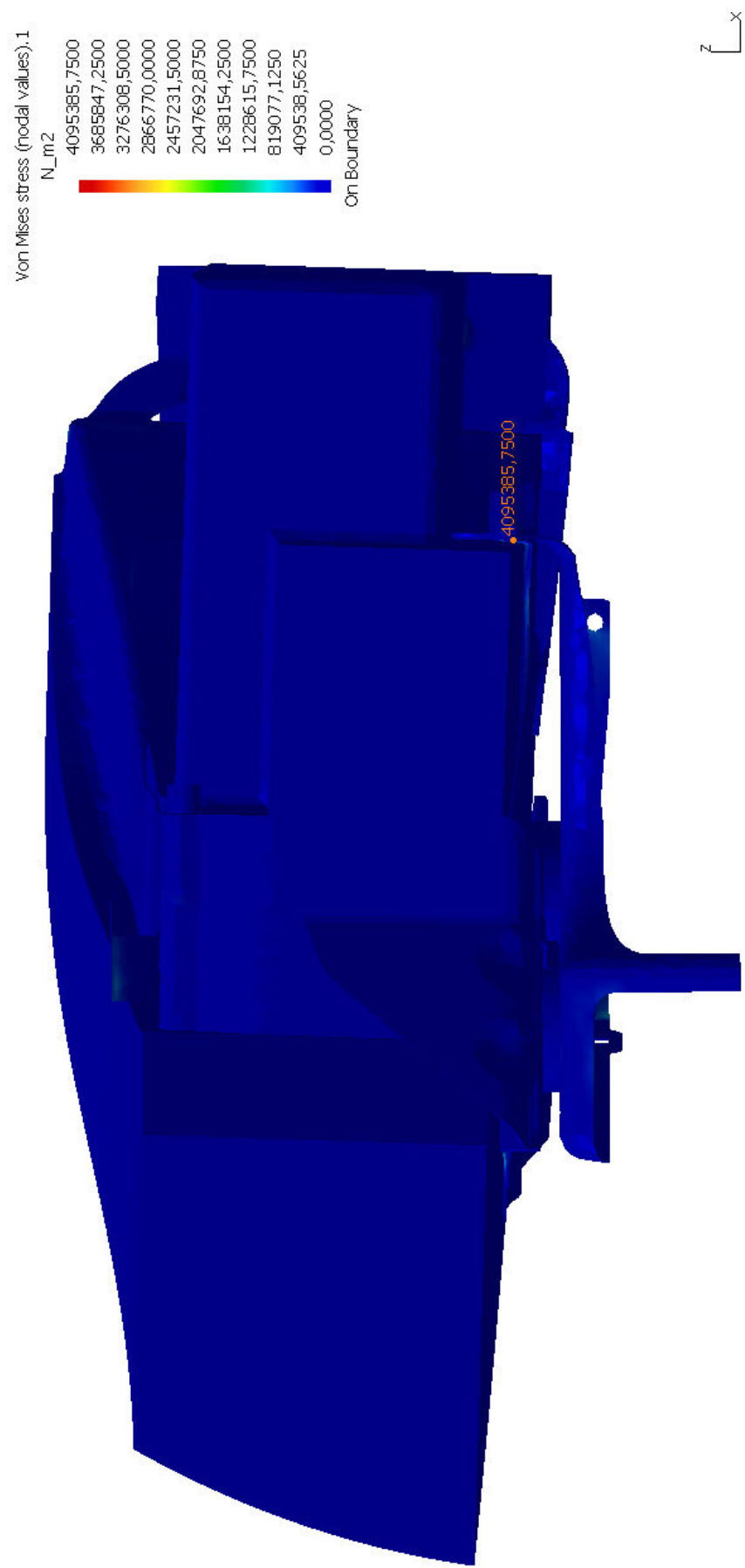
Příloha 10. Deformace držáku s modelem světlometu – pohled shora.



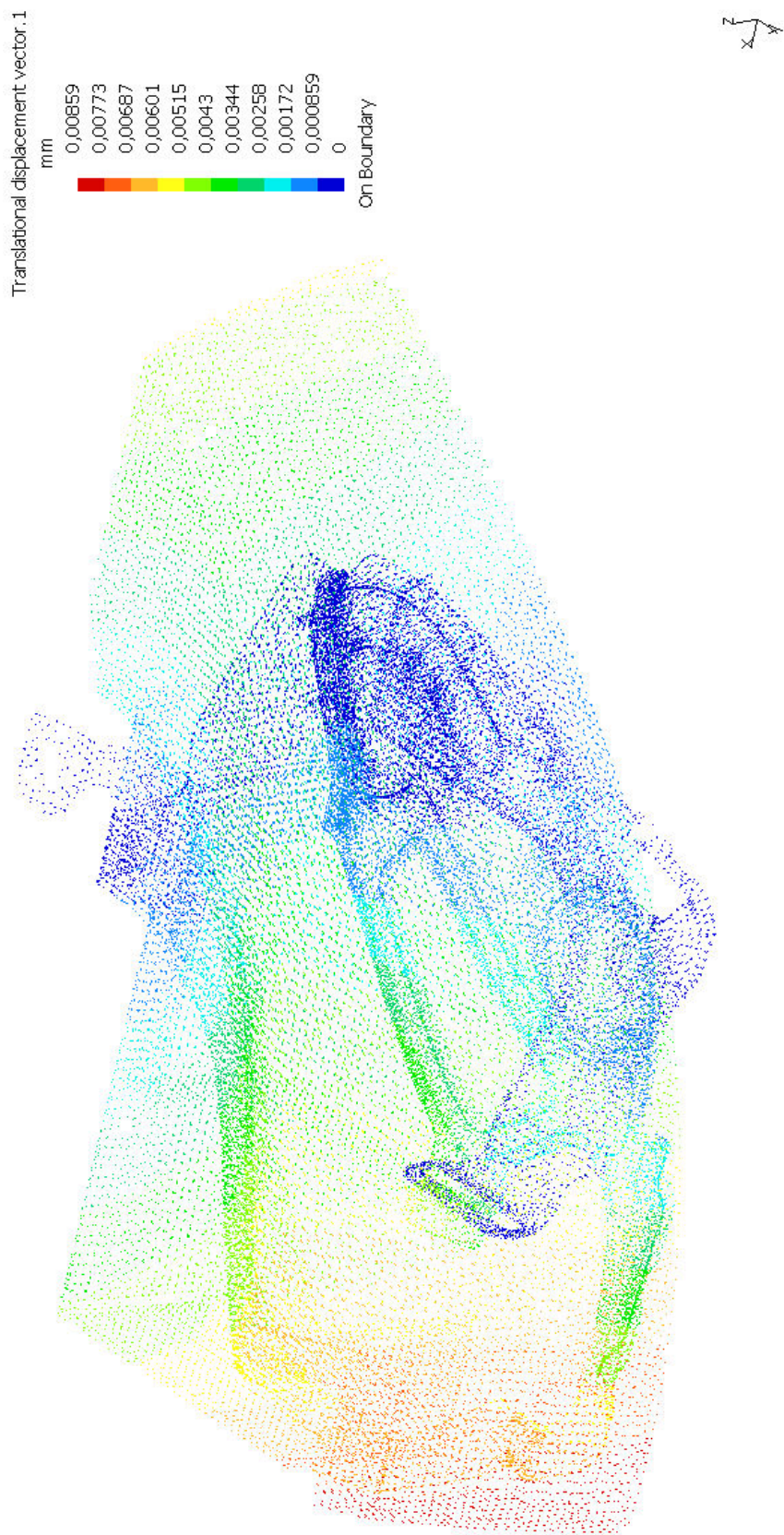
Příloha 11. Napětí v konstrukci držáku s modelem světlometu.



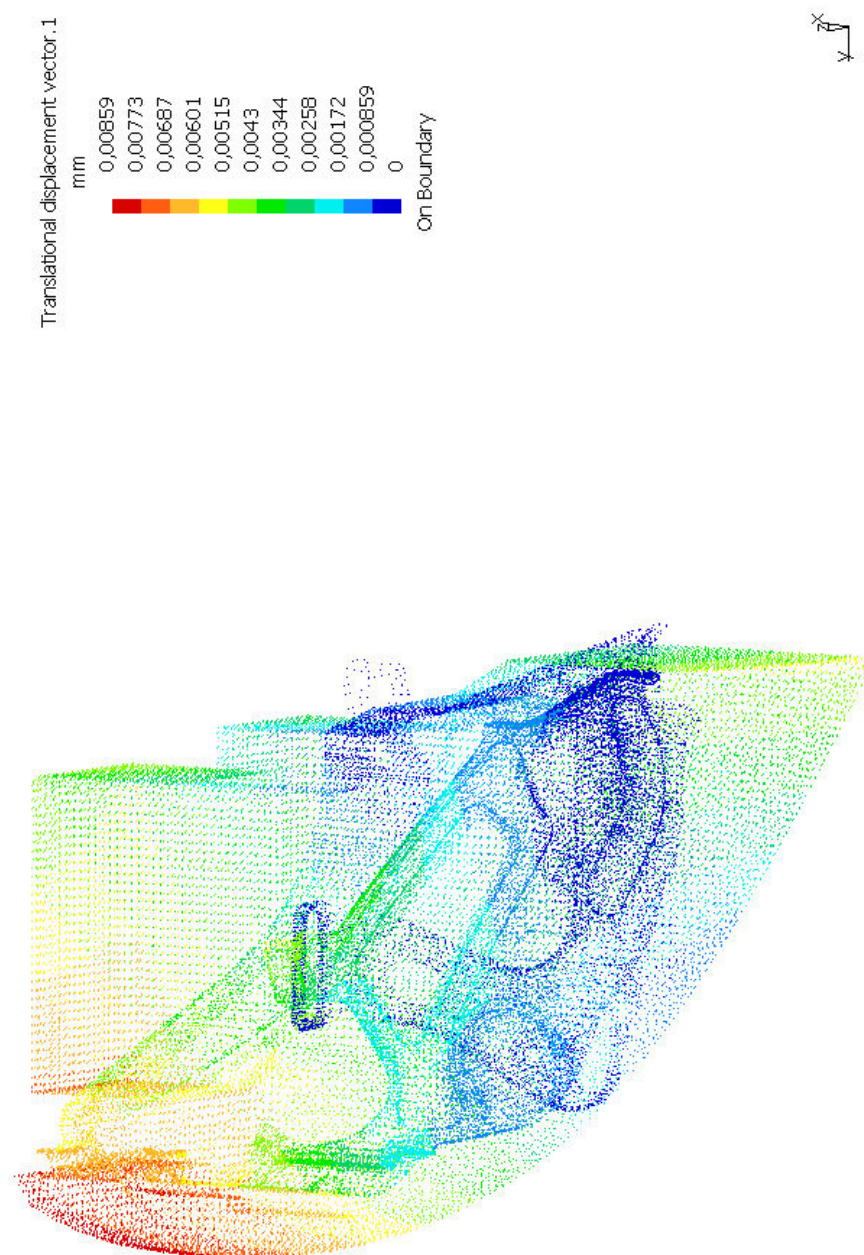
Příloha 12. Maximální hodnota napětí v držáku s modelem světlometu.



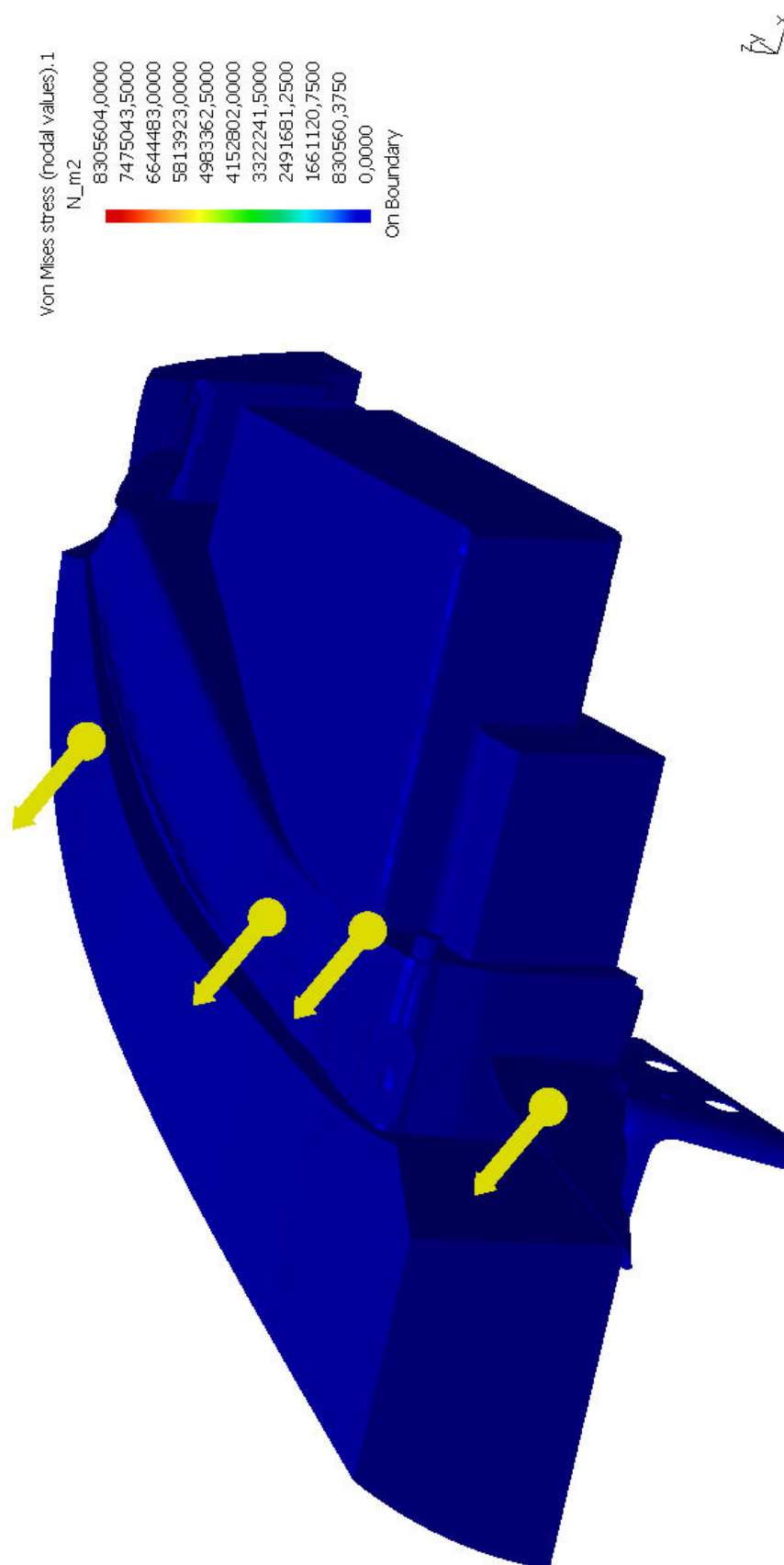
Příloha 13. Deformace držáku při brždění vozu.



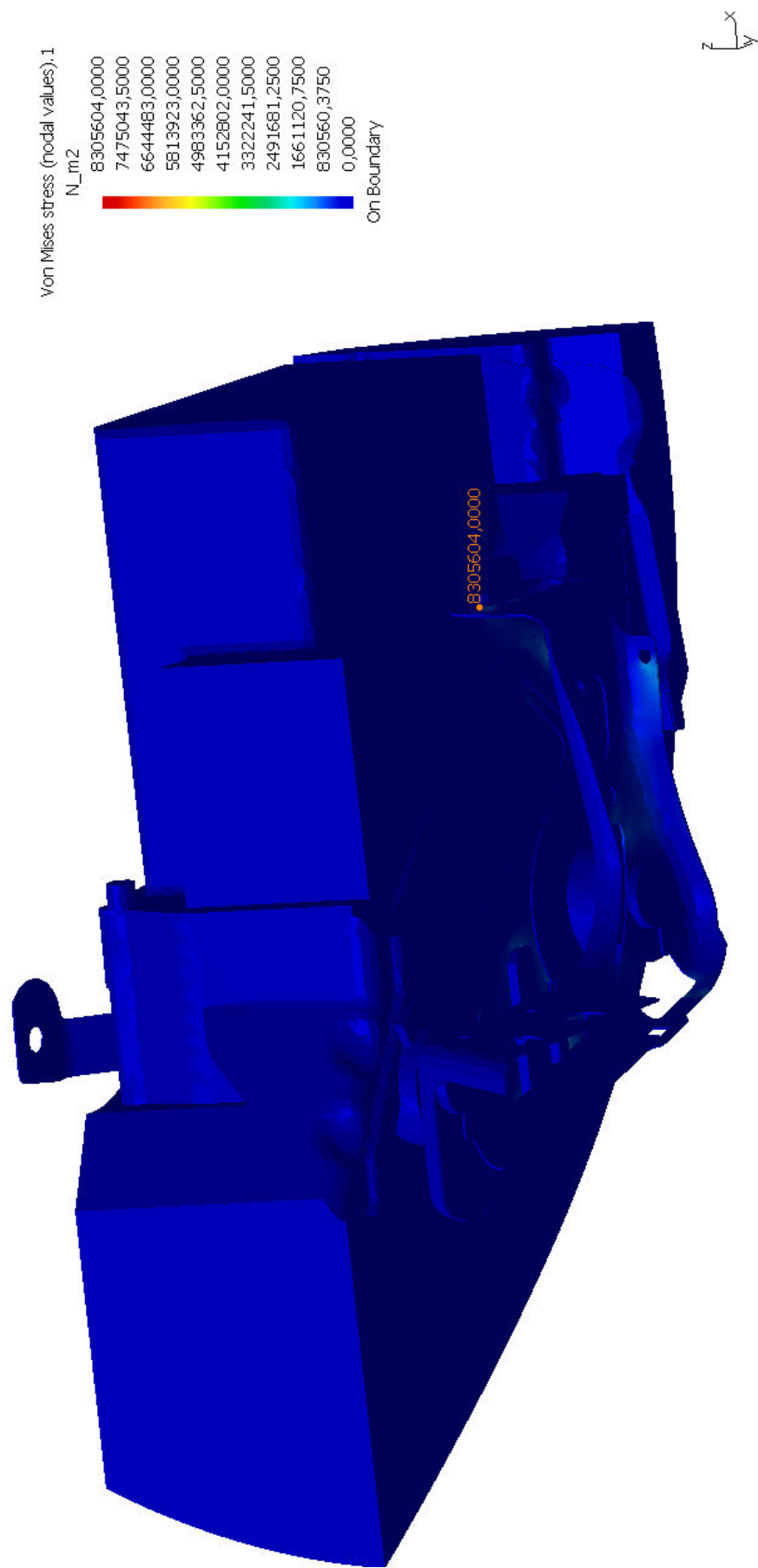
Příloha 14. Deformace držáku při brždění vozu – pohled zředu.



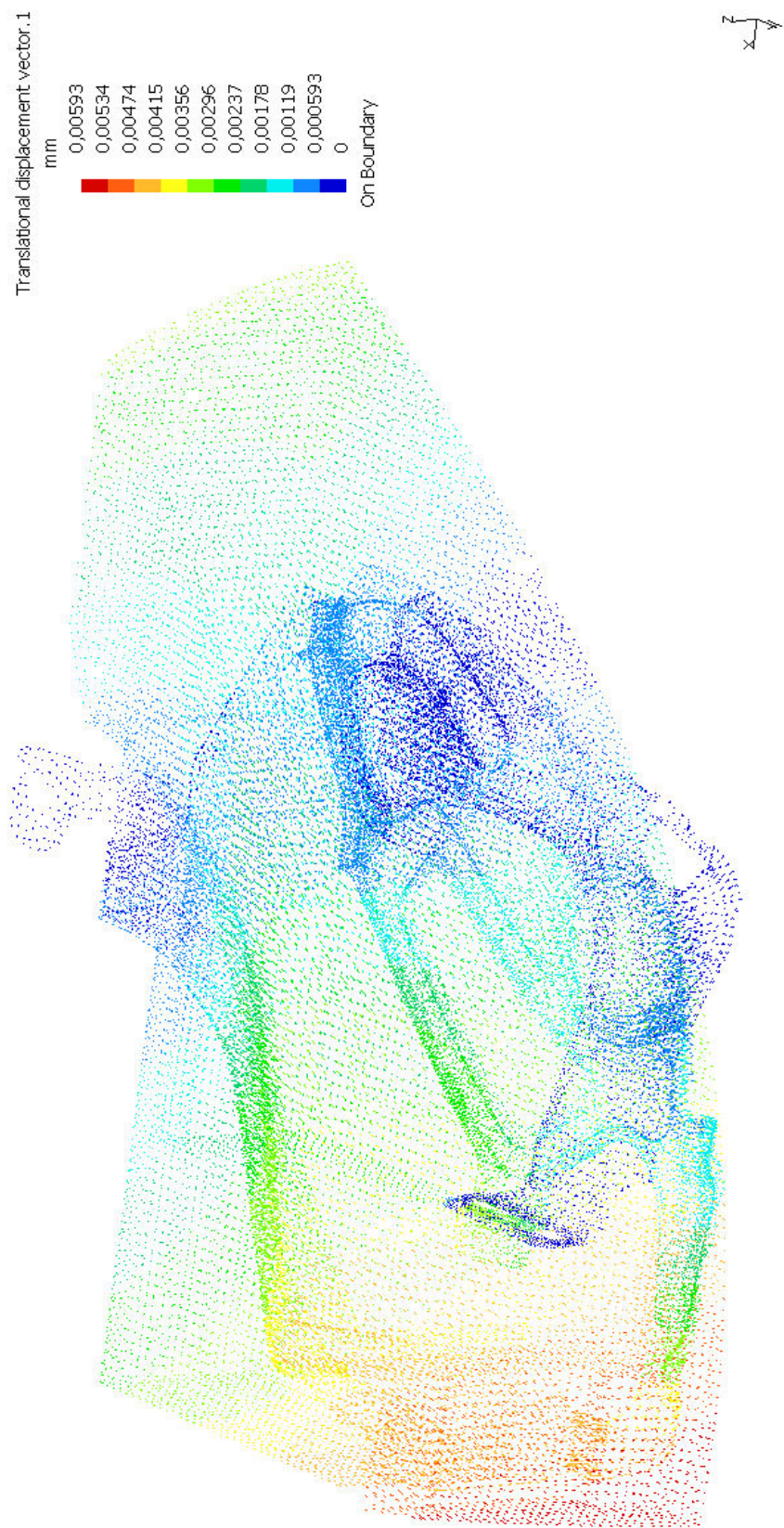
Příloha 15. Znázornění působení odstředivé síly při brždění vozu.



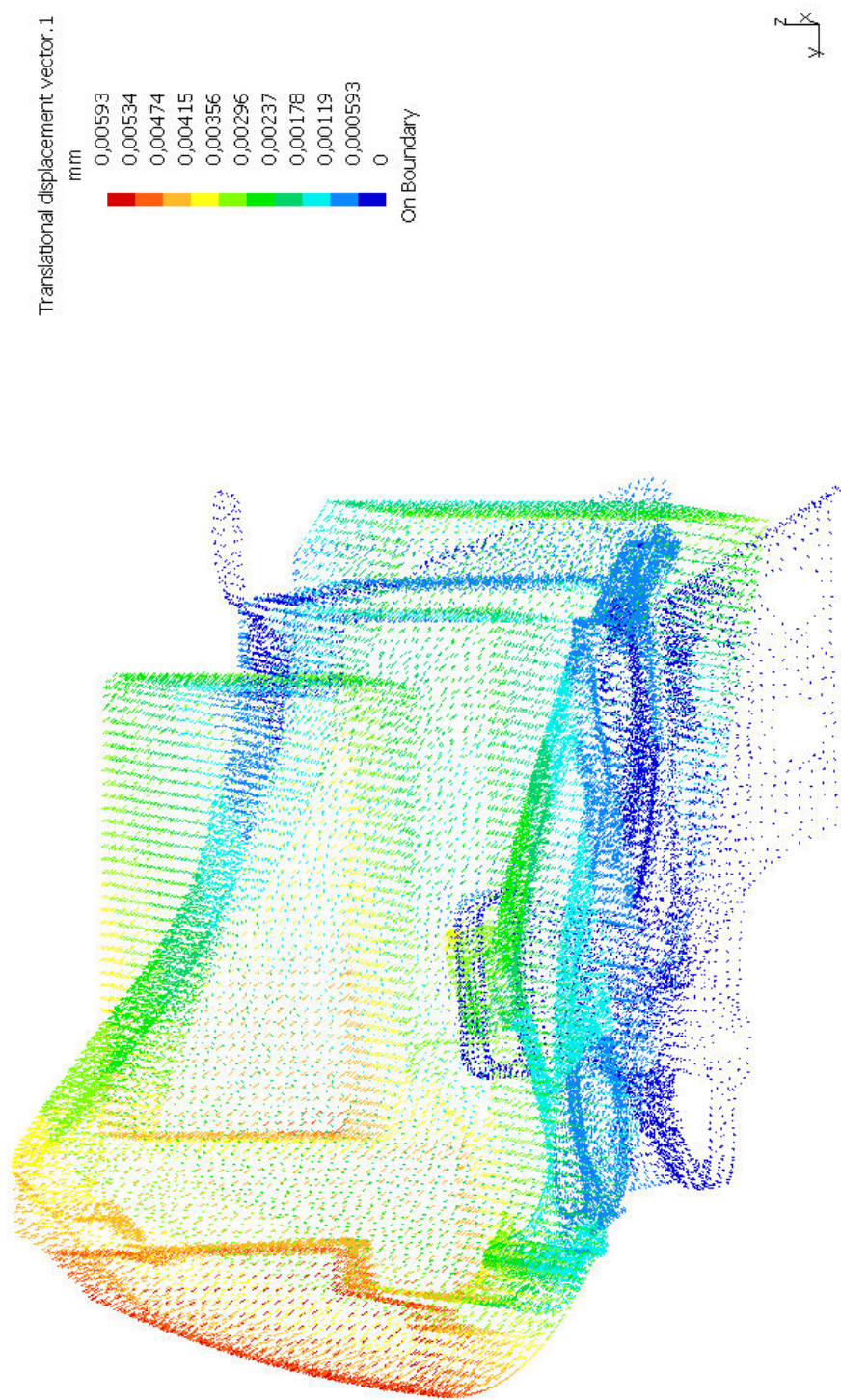
Příloha 16. Maximální hodnota napětí v držáku při brždění vozu.



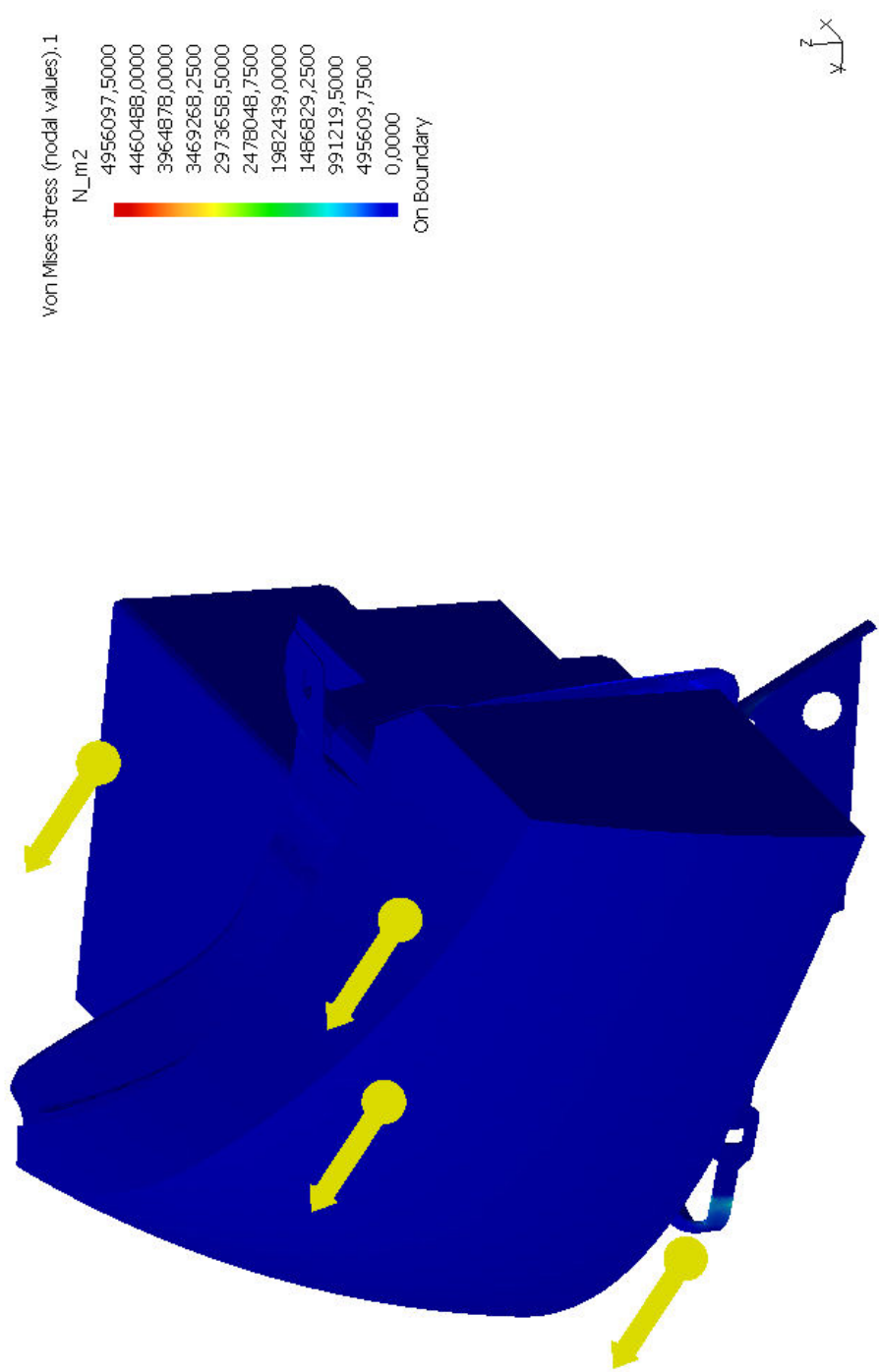
Příloha 17. Deformace držáku při zatáčení vozu.



Příloha 18. Deformace držáku při zatažení – pohled zředu.



Příloha 19. Znázornění působení odstředivé síly při zatáčení vozu.



Příloha 20. Napětí v držáku při zatáčení vozu.

